Rimantas Vaitkus

10

Chemija

ŠVIESA

Rimantas Vaitkus

Chemija

VADOVĖLIS X KLASEI

VADOVĖLIS 10 KLASEI

ŠVIESA KAUNAS

UDK 54(075.3)
Va125

Redaktorė RIMA JUOZAITIENĖ

Lietuvos Respublikos švietimo ir mokslo ministerijos rekomenduota
2004 03 29, Nr. 66

Vadovėlis atitinka kalbos taisyklingumo reikalavimus

Pirmasis leidimas 2004

ISBN 5-430-03812-1

Turinys

3 skyrius

GYVOSIOS IR NEGYVOSIOS GAMTOS VALDOVAI

4 skyrius

ORGANINIŲ JUNGINIŲ CHEMIJA

I SKYRIUS

NEMETALAI

DEGUONIS IR VANDENILIS

1 Nemetalų reikšmė

2 Deguonis

3 Vandenilis

4 Bendrosios nemetalų savybės



1. NEMETALŲ REIKŠMĖ

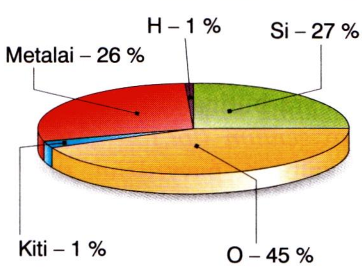
IX klasėje susipažinote su kai kuriais metalais, jų savybėmis ir svarba mūsų gyvenimui, o šiais metais nagrinėsite nemetalų bei jų junginių savybes.

Nemetalai, pavyzdžiui: siera, fosforas, yra blogi laidininkai, neturi metališkojo blizgesio, yra nekalūs ir trapūs. Kai kurie iš jų, pavyzdžiui: deguonis, chloras, vandenilis, yra dujos. Tai išoriniai nemetalų požymiai. Kitos nemetalams būdingos savybės:

1. Visi nemetalai, vykstant reakcijoms, gali įgyti neigiamąjį oksidacijos laipsnį. Per šias reakcijas išryškėja oksidacinės nemetalų savybės.

2. Dauguma nemetalų oksidų atitinka rūgštis, o metalų oksidai gali būti baziniai, rūgštiniai ir amfoteriniai. Baziniai (taip pat ir amfoteriniai) metalų oksidai atitinka hidroksidus.

Nors nemetalų yra daug mažiau nei metalų, gamtoje jie labiau paplitę. Deguonis ir silicis sudaro daugiau nei 70 % Žemės plutos masės (1.1 pav.) (deguonies junginių — oksidų rasta net Marse), o vandenilis ir helis — net 99 % visatos masės. Dviejų nemetalų — vandenilio ir deguonies — junginys vanduo užima 2/3 mūsų planetos paviršiaus. Jame ištirpusios druskos sudaro 2,5—3,6 % tirpalą. Tai daugiausia chloridai. Nemetalų masė žmogaus kūne viršija 97,5 %. Todėl galime tvirtinti, kad, norėdami gerai pažinti gamtą, turime susipažinti su svarbiausiomis nemetalų savybėmis.



1.1 pav. Elementų sudėtis Žemės plutoje

?

1 Kokius žinote nemetalus, kaip juos galite apibūdinti?

2 Pateiktų junginių formules persirašykite į sąsiuvinius ir pabraukite nemetalus: Na_2S, SO_2, H_2SO_4, HNO_3, MgO, $CaCO_3$, CsAu.

3 Parašykite po tris lygtis, vaizduojančias nemetalų reakciją (sąveiką) su: a) nemetalais; b) metalais.

4 Kurie iš pateiktų oksidų atitinka rūgštis, o kurie — hidroksidus:
Li_2O, CO_2, SO_3, CaO, SiO_2, Fe_2O_3, CuO?
Parašykite atitinkamas rūgščių ir hidroksidų formules.

5 Parašykite reakcijų lygtis:
a) ličio ir chloro; b) aliuminio ir azoto; c) magnio ir deguonies.
Parašykite reakcijų puslygtes, pažymėkite oksidatorių ir reduktorių. Kokį oksidacijos laipsnį įgyja nemetalai, reaguodami su metalais?

6 Viename fantastiniame kino filme pasakojama, kaip kovojama su ateiviu robotu, pagamintu iš plastiško metalo. Robotas deginamas, šaldomas skystu azotu, pagaliau sulydomas su skysta geležimi. O kas atsitiktų robotui išvardytomis sąlygomis, jeigu jis būtų pagamintas iš nemetalo sieros? Parašykite atitinkamų reakcijų (jei vyksta) lygtis.

2. DEGUONIS

15,9994
O -2
DEGUONIS
8

2.1. Deguonis ir oksidai

Ar gali būti svarbesnis elementas už deguonį? Mes juo kvėpuojame, geriame junginį, sudarytą iš vandenilio ir deguonies atomų, vaikštome oksidais, gyvename būstuose, suręstuose iš junginių, turinčių deguonies. Taigi deguonis — labiausiai paplitęs Žemės elementas.

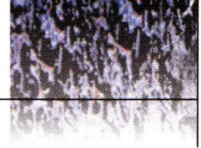
Laisvąjį deguonį, esantį ore (20,95 % tūrio atžvilgiu), sudaro dviatomės molekulės O_2. Deguonį 1769 m. išskyrė ir aprašė švedų mokslininkas K. Šelė (*Scheele*) ir visiškai savarankiškai 1774 m. anglų mokslininkas Dž. Pristlis.

Deguonies savybes tyrė ir įžymusis prancūzų mokslininkas A. Lavuazjė (*Lavoisier*). Jis nustatė, kad degimas — daugelio medžiagų jungimosi su deguonimi reakcija. Tai sukėlė perversmą chemijoje. Iki tol buvo manyta, kad degimas — ne jungimosi, o skilimo reakcija. A. Lavuazjė ištyrė, kad ore yra tik 1/5 deguonies. Buvo manoma, kad deguonis yra būtina visų rūgščių sudedamoji dalis, todėl šis elementas pavadintas *oxygenium (lot.)* — „sudarantis rūgštį". (Šis pavadinimas atsispindi ir kitose kalbose, pavyzdžiui: *rus.* „kislorod", *vok.* „Sauerstoff".)



Dž. Pristlis

Džozefas Pristlis (*Priestley;* 1733—1804) — anglų chemikas ir filosofas, vienas iš dujų cheminių tyrimų pradininkų. Išskyrė vandenilio chloridą, azoto(II) oksidą, amoniaką. Dėl politinių įsitikinimų 1794 m. buvo priverstas emigruoti į JAV.



Prisiminkite deguonies jungimosi su metalais bei nemetalais reakcijas ir svarbiausias oksidų savybes (2.1 lentelė).

2.1 lentelė

Deguonies ir kitų cheminių elementų sąveika

Reakcija su metalais	**Reakcija su nemetalais**
$2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$ Reduktorius Oksidatorius	$C + O_2 \rightarrow CO_2$ Reduktorius Oksidatorius

Metalų oksidai			**Nemetalų oksidai**	
Baziniai	**Rūgštiniai**	**Amfoteriniai**		
Atitinka hidroksidus	Atitinka rūgštis	Turi bazinių ir rūgštinių oksidų savybių	Atitinka rūgštis	Nesudaro rūgščių
$Li_2O \rightarrow LiOH$ $MgO \rightarrow$ $\rightarrow Mg(OH)_2$	$CrO_3 \rightarrow$ $\rightarrow H_2CrO_4$ $Mn_2O_7 \rightarrow$ $\rightarrow HMnO_4$	$ZnO \rightarrow$ $\rightarrow Zn(OH)_2 \rightarrow$ $\rightarrow H_2ZnO_2$ $Al_2O_3 \rightarrow$ $\rightarrow Al(OH)_3 \rightarrow$ $\rightarrow H_3AlO_3$	$SO_2 \rightarrow H_2SO_3$ $P_2O_5 \rightarrow H_3PO_4$	CO NO

?

1 Parašykite deguonies ir išvardytų elementų sąveikos lygtis:
a) ličio; b) fosforo; c) sieros; d) vario.
Pažymėkite oksidatorių ir reduktorių. Parašykite, kurį junginį — rūgštį ar hidroksidą — atitinka susidaręs oksidas. Parašykite oksidų formules.

2 Parašykite anglies(IV) oksido ir šių medžiagų reakcijų lygtis:
a) vandens; b) kalcio oksido; c) natrio hidroksido; d) bario chlorido.

3 Parašykite ličio oksido ir šių junginių reakcijų lygtis:
a) vandens; b) rūgštinio oksido; c) bazinio oksido.

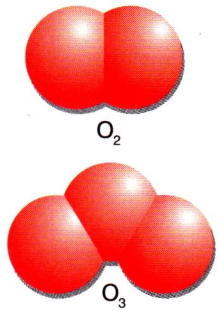
2.2. Deguonis gamtoje

Gyvybė Žemėje neįmanoma be deguõnies. Jo yra visuose gamtiniuose junginiuose (baltymuose, angliavandeniuose, riebaluose ir kt.). Nė viena Saulės sistemos planeta netiktų gyventi žmogui, nes atmosferą turinčiose planetose (Veneroje, Marse), išskyrus Žemę, nėra deguonies. Pavyzdžiui, paskutiniųjų metų Marso tyrimai parodė, kad jo atmosfera sudaryta iš anglies(IV) oksido (anglies dioksido), šios planetos uolienose yra oksidų. Kai trūksta deguonies, tenka naudotis kvėpavimo aparatais (pavyzdžiui: po vandeniu, per gaisrą,

kosmose). Kartu su oru įkvėptas deguonis patenka į plaučius ir kraujo yra išnešiojamas po visą organizmą. Ląstelėse deguonis dalyvauja vykstant sudėtingoms oksidacijos reakcijoms, kurioms vykstant, susidaro anglies dioksidas. Maistas, patekęs į organizmą, oksiduojasi, o dėl oksidacijos išsiskyrusi energija palaiko kūno temperatūrą, leidžia judėti. Žuvys vandenyje taip pat kvėpuoja ištirpusiu deguonimi, žiaunomis filtruodamos vandenį. Ne visos žuvys gali pakęsti deguonies stygių. Pavyzdžiui, lašišinėms reikia smarkiai tekančio, purslais virstančio vandens, prisotinto deguonies, o karosams tinka dumblinos kūdros, kuriose deguonies nėra daug. Ypač pavojinga, kai į vandens telkinius patenka naftos ar jos produktų. Tada jie pasklinda plonyte plėvele vandens paviršiuje, deguonis negali ištirpti, ir žuvys dažniausiai užtrokšta (2.2.1 pav.).



2.2.1 pav. Užtroškusios žuvys



2.2.2 pav. Deguonies ir ozono molekulių modeliai

Jei ežerai rudenį užšąla labai anksti, pavasariop žuvims pradeda stigti deguonies ir jos ima dusti. Todėl ežeruose reikia iškirsti eketes.

Veikiant ultravioletiniams spinduliams arba elektros išlydžiams, deguonis virsta kita vienine medžiaga — ozonù. Ozono molekulės formulė O_3.

Ozonas — melsvos aštraus kvapo nuodingos dujos. Plonas jų sluoksnis, gaubiantis Žemę 15—25 km aukštyje, gerai apsaugo visa, kas gyva, nuo žalingo ultravioletinių Saulės spindulių poveikio. Ozonas ir deguonis sudaryti iš to paties cheminio elemento — deguonies (2.2.2 pav.).

Vieninės medžiagos, kurios sudarytos iš tokių pat cheminių elementų, bet skiriasi sandara ir savybėmis, vadinamos *alotròpinėmis atmainomìs*.

Pastaruoju metu mokslininkai pastebėjo, kad ozono sluoksnis retėja, leidžiasi žemyn, t. y. ultravioletiniai Saulės spinduliai prasiskverbia arčiau Žemės. Taip yra todėl, kad teršalai, patekę į atmosferą, reaguoja su ozonu ir jį naikina.

1 Kodėl deguonis vadinamas gyvybės elementu?

2 Anksčiau aerozoliniuose balionėliuose (o kol kas ir šaldytuvuose kaip šaldomieji agentai) buvo naudojami freonai (pavyzdžiui, CF_2Cl_2). Nustatyta, kad jie atmosferoje reaguoja su ozonu, todėl daugelyje šalių jų atsisakyta. Kodėl?

3 Ką vadiname alotropinėmis atmainomis?

4 Didžiausią smėlio dalį sudaro silicio dioksidas. Apskaičiuokite deguonies masės dalį smėlyje.

5 Ore ozono kiekis nuolat kinta. Vasarą jo yra $7 \cdot 10^{-6}$% oro tūrio, žiemą — tik $2 \cdot 10^{-6}$ %. Kuo tai paaiškinti?

2.3. Deguonies gavimas. Katalizatoriai

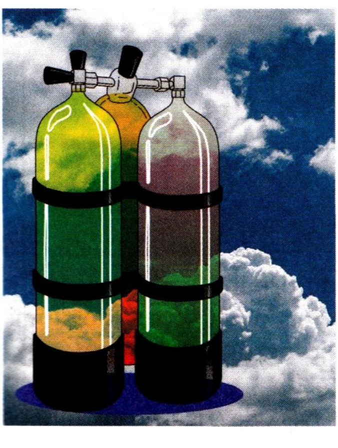
Nors jau seniai nustatyta, kad orą sudaro azotas (78 %), deguonis (21 %), argonas ir nedaug kitų dujų, išskirti deguonį iš oro išmokta palyginti neseniai. Prisiminkite, kaip, distiliuojant suskystintą orą, gaunamas deguonis. Jis laikomas ir vežamas plieniniuose balionuose (2.3.1 pav.).

Dž. Pristlis gavo deguonį, skaidydamas gyvsidabrio(II) oksidą.

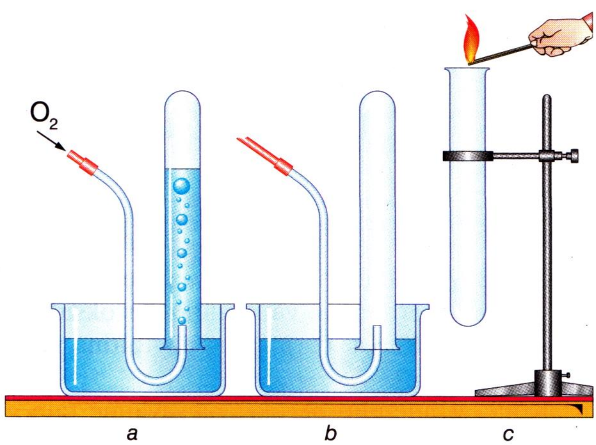
$$\underset{\text{Gyvsidabrio oksidas}}{2HgO} \rightarrow \underset{\text{Gyvsidabris}}{2Hg} + \underset{\text{Deguonis}}{O_2}$$

A. Lavuazjė suskaidė vandenį ir gavo deguonį, o dabar deguonį galima išskirti, vandenį elektrolizuojant (skaidant elektros srove).

$$\underset{\text{Vanduo}}{2H_2O} \xrightarrow{\text{elektrolizė}} \underset{\text{Vandenilis}}{2H_2} + \underset{\text{Deguonis}}{O_2}$$



2.3.1 pav. Deguonies balionai



2.3.2 pav. Deguonies surinkimas ir atpažinimas skalele

Beje, šis būdas laikomas perspektyviu, nes kitos dujos — vandenilis gali būti naudojamas kaip kuro, pakeisiančio gamtines dujas, šaltinis.

Deguonį nesunkiai gauname skaidydami vandenilio peroksidą mangano(IV) oksidu. Tereikia į vandenilio peroksido tirpalą įberti nedaug juodų mangano(IV) oksido miltelių — ima skirtis deguonies dujų burbuliukai.

$$2H_2O_2 \xrightarrow{MnO_2} 2H_2O + O_2$$

$2H_2O_2$	$\xrightarrow{MnO_2}$	$2H_2O$	+	O_2
Vandenilio peroksidas	Mangano(IV) oksidas	Vanduo		Deguonis

Mangano(IV) oksidas per šią reakciją nesusieikvoja (t. y. po reakcijos gautume lygiai tokį pat įbertos medžiagos kiekį), o tik ją pagreitina.

Laboratorijoje deguonį galima gauti kaitinant kalio permanganatą. Jo skilimo lygtis

$2KMnO_4$	$\xrightarrow{t^\circ}$	K_2MnO_4	+	MnO_2	+	O_2.
Kalio permanganatas		Kalio manganatas		Mangano(IV) oksidas		Deguonis

Deguonį taip pat galima gauti skaidant kalio chloratą, kai mišinyje yra mangano(IV) oksido (jis per reakciją nesusieikvoja).

$2KClO_3$	$\xrightarrow{MnO_2}$	$2KCl$	+	$3O_2$
Kalio chloratas		Kalio chloridas		Deguonis

Deguonis blogai tirpsta vandenyje. Todėl jį galima surinkti į apverstą mėgintuvėlį su vandeniu (2.3.2 pav., *a*). Deguonies burbuliukai išstumia vandenį iš mėgintuvėlio (2.3.2 pav., *b*).

Jau žinome, kad deguonis padeda stipriau degti. Todėl jį galima atpažinti rusenančia skalele (2.3.2 pav., *c*). Prie indo su deguonimi prikišta skalelė užsiliepsnoja.

4 e^- (C → O_2)

C	+	O_2	→	CO_2
Anglis		Deguonis		Anglies(IV) oksidas

Deguonis yra stiprus oksidatorius.

Žaizdos dažnai tepamos 3 % vandenilio peroksido tirpalu. Veikiamas kraujyje esančio fermento, vandenilio peroksidas suskyla, o išsiskyręs deguonis žaizdą dezinfekuoja. Fermentas pagreitina vandenilio peroksido skilimo reakciją.

Kodėl vandenilio peroksidas savaime taip greit neskyla? Kam reikalingos papildomos medžiagos — mangano(IV) oksidas, fermentas? Jos pagreitina reakcijas. Be to, šių medžiagų kiekis reakcijos metu nesikeičia, jos nesusieikvoja.

Medžiagos, kurios pagreitina reakciją, bet pačios jai vykstant nesusieikvoja, vadinamos *katalizãtoriais*.

Kaip veikia katalizatorius? Žinome, kad kiekviena reakcija gali prasidėti tik tada, kai dalelės įgyja energiją, lygią aktyvacijos energijai (E_A), t. y. kai jos įveikia energijos barjerą (2.3.3 pav.). Pridėjus katalizatoriaus, reakcijos aktyvacijos energija sumažėja, todėl reakcija vyksta greičiau.

Katalizatoriai sumažina reakcijos aktyvacijos energiją.

Kai kurios reakcijos be katalizatoriaus iš viso nevyksta. Daugeliui cheminių reakcijų parenkami specialūs, tik tą reakciją greitinantys, katalizatoriai.

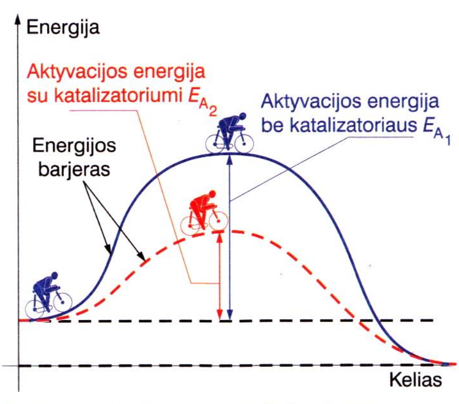
Mūsų organizme taip pat yra daug biokatalizatorių, vadinamų fermentais. Jeigu jų nebūtų, mūsų kūne nevyktų reakcijos. Tarkime, kad organizmas galėtų įsisavinti suvalgytą maistą, tektų visą laiką gerti verdančią sieros rūgštį! O fermentai maistą organizme skaido greitai ir veiksmingai. Jei sutrinka virškinimas, gydytojai gali patarti išgerti vaistų, turinčių fermentų — jie pagerina virškinimą.

Dabar ypač paplito skalbimo milteliai, kuriuose esantys fermentai ardo riebalus ir kitas ant audinių patekusias medžiagas (2.3.4 pav.).

Biokatalizatoriai vadinami *fermeñtais*.

?

1. Kaip deguonis gaunamas pramonėje? Laboratorijose?
2. Kaip atpažįstamas deguonis?
3. Kai kuriose šalyse vanduo dezinfekuojamas leidžiant į jį ozoną. Kodėl galima naudoti ozoną?



2.3.3 pav. Reakcijos energinė schema



2.3.4 pav. Skalbimo milteliai su fermentais

4 Deguonis susidaro skaidant sidabro arba aukso(III) oksidą. Parašykite šių reakcijų lygtis. Nurodykite, kaip kinta elementų oksidacijos laipsniai. Kuris elementas elektronus atiduoda, kuris — prisijungia?

5 Parašykite lygtis reakcijų, per kurias deguonis jungiasi su šiais elementais: a) magniu; b) kalciu; c) cinku; d) siera; e) fosforu.
Pažymėkite oksidatorių ir reduktorių. Kurie iš susidariusių oksidų atitinka rūgštis, kurie — hidroksidus?

6 Kiek gramų gyvsidabrio(II) oksido reikia suskaidyti norint gauti 32 g deguonies?

7 Žaizdos dezinfekuojamos 3 % vandenilio peroksido tirpalu. Apskaičiuokite, kiek gramų deguonies susidarys iš vieno buteliuko (150 g) šio tirpalo.

8 Apskaičiuokite, kiek gramų techninio kalio permanganato, turinčio 95 % grynos medžiagos, reikės 128 g deguonies pagaminti.

9 Ką vadiname katalizatoriais? Kam jie naudojami?

10 Kuriais iš šių būdų galima pagreitinti reakcijas:
a) didinant temperatūrą; b) mažinant temperatūrą; c) naudojant katalizatorių; d) smulkinant medžiagas?

3. VANDENILIS

1,00794	+1 / −1
H	
VANDENILIS	
1	

„Degųjį orą" (taip anksčiau buvo vadinamas vandenilis) dar 1660 m. gavo chemikas R. Boilis (*Boyle*). 1766 m. vandenilį ištyrė ir aprašė anglų mokslininkas H. Kavendišas, nustatęs, kad jo yra rūgštyse. Šis elementas buvo gautas geležį veikiant sieros rūgštimi. Vėliau A. Lavuazjė ištyrė vandens sudėtį ir nustatė, kad jame yra vandenilio. Iš čia kilo lotyniškas šio elemento pavadinimas *hydrogenium* — „sudarantis vandenį".

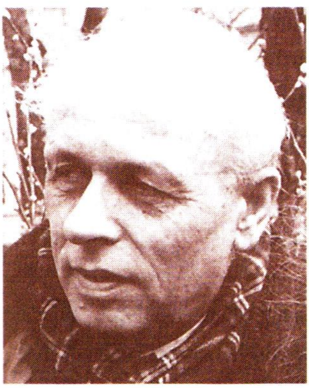


H. Kavendišas

Henris Kāvendišas (*Cavendish*; 1731—1810) — anglų fizikas ir chemikas. Tyrė dujas ir jų savybes. Išskyrė vandenilį, įrodė, kad jo degimo produktas yra vanduo. Gavo azoto oksidus, aptiko, kad ore yra inertinių dujų.

Žemėje laisvojo vandenilio nėra, tik įvairiuose junginiuose. Geriausiai žinomas ir labiausiai paplitęs junginys yra vanduo H_2O. Vandenilis sudaro 1 % Žemės plutos, 10 % žmogaus ir 70—90 % Saulės ir kitų žvaigždžių masės.

Atominės bombos galia matuojama sprogstamosios medžiagos — trotilo — ekvivalentu. Jis rodo, kiek tonų trotilo reikėtų, kad vyktų tam tikros galios sprogimas. JAV ir Rusija yra sukūrusios bombų, kurių galia siekia per 1 mln. trotilo ekvivalentų. Palyginkite — didelės aviacinės bombos masė yra tik 0,2—0,5 t. Vadinasi, vandenilinės bombos sprogimas galingesnis už kelių milijonų aviacinių bombų sprogimą! O tokių bombų yra tūkstančiai... Jei būtų išmokta kontroliuoti branduolines reakcijas, žmonija turėtų neišsenkantį energijos šaltinį. Europos šalys kartu su JAV, Japonija, Rusija, Kinija ir P. Korėja pradeda įgyvendinti projektą, kuris leistų geriau ištirti termobranduolinės reakcijos vyksmą ir išmokti jį kontroliuoti.



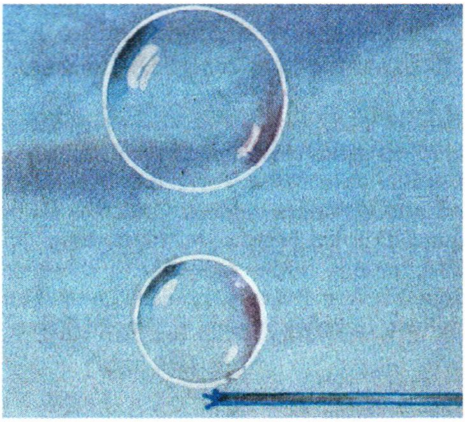
A. Sacharovas

Rusijos akademikas Andrejus Sacharovas (1921—1989) — vienas iš vandenilinės bombos kūrėjų, supratęs ginklavimosi pavojų, vėliau visą savo gyvenimą paskyręs kovai už nusiginklavimą ir žmogaus teises, dėl to tuometinės Sovietų Sąjungos valdžios persekiotas.

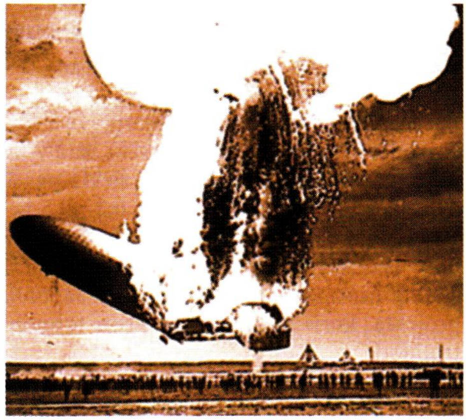
Gamtiniame vandenilyje visada yra 0,02 % izotopo ^2_1H, vadinamo deuteriu. Saulėje (ir kitose žvaigždėse) vyksta nepatvaraus vandenilio izotopo ^3_1H — tričio — virtimo heliu branduolinės reakcijos. Joms vykstant, išsiskiria nepaprastai daug energijos, šildančios Žemę ir kitas Saulės sistemos planetas. Per tokią reakciją iš 1 g vandenilio gaunama tiek energijos, kiek jos susidarytų sudeginus 20 t anglių. Žmonijos sukurtų atominių (vandenilinių) bombų veikimas taip pat pagrįstas šiomis ^3_1H savybėmis. Tai pats baisiausias žmonijos sukurtas ginklas, galintis sunaikinti visa, kas gyva. Pasaulio mokslininkai tyrinėja, kaip būtų galima valdyti šią reakciją. Tiriant termobranduolines reakcijas, daug nusipelnė rusų mokslininkas A. Sacharovas, vėliau gavęs Nobelio taikos premiją.

Vandenilis — pačios lengviausios, bet gana sunkiai suskystinamos dujos ($t_{vir.}$ = –252,6 °C). Jo pilni muilo burbulai kyla aukštyn, nes jis lengvesnis už orą (3.1 pav.). Ši vandenilio savybė buvo taikoma pripildant aerostatus. Tačiau neretai tokie aerostatai yra kėlę pavojų, nes užsidegdavo (3.2 pav.).

Kaip vandenilis gaunamas laboratorijoje, jau žinote (pavyzdžiui: reaguojant cinkui su druskos rūgštimi, natriui su vandeniu). Dažnai tam naudojami Kìpo



3.1 pav. Vandenilio pilni muilo burbulai



3.2 pav. Aerostato sprogimas

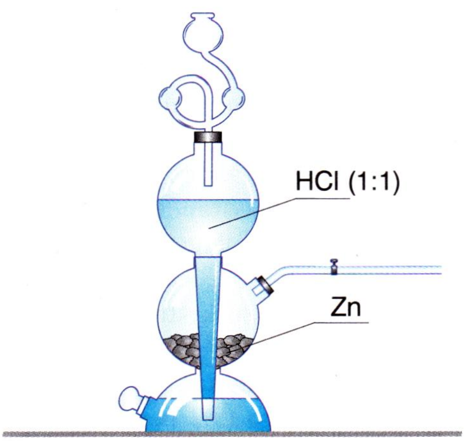
aparatai (3.3 pav.). Pramonėje vandenilis gaunamas iš gamtinių dujų (metano CH_4) arba elektrolizuojant vandenį.

$$\underset{\text{Metanas}}{CH_4} + \underset{\text{Vanduo}}{H_2O} \xrightarrow{t^\circ} \underset{\text{Anglies(II) oksidas}}{CO} + \underset{\text{Vandenilis}}{3H_2}$$

$$\underset{\text{Vanduo}}{2H_2O} \xrightarrow{\text{elektrolizė}} \underset{\text{Vandenilis}}{2H_2} + \underset{\text{Deguonis}}{O_2}$$

Reakcija Kipo aparate:

$$Zn(k.) + 2HCl(aq) \rightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(d.).$$



3.3 pav. Vandenilio gavimas laboratorijoje



3.4 pav. Vėjo jėgainės

Jonavos įmonėje „Achema“ vandenilis gaunamas iš dujų.

Vandenilio ir deguonies mišinys smarkiai sprogsta. Uždegtas mėgintuvėlyje, jis tik švilpteli, o didesnis kiekis sukelia kurtinantį sprogimą. Vyksta reakcija

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O.$$

Tokios vandenilio ir deguonies mišinio dujos, kurių tūrių santykis lygus 2 : 1, vadinamos *sprogiõsiomis dùjomis*, arba perkūno dujomis.

Kadangi vandenilį galima gauti iš vandens, ateityje jis gali būti plačiai naudojamas kaip kuras. Ypač tai svarbu šalims, turinčioms labai mažus įprastinio kuro (naftos, dujų, akmens anglių) išteklius, pavyzdžiui, Lietuvai. Vandens elektrolizei galima būtų naudoti Saulės arba vėjo energiją (3.4 pav.). Gautą vandenilį būtų patogu vežti ir laikyti. Kuriami automobiliai, kurių baterijos leistų elektrolizuoti vandenį, o gautas vandenilis galėtų būti naudojamas kaip kuras. Vandenilio degimo produktas — vanduo — neteršia atmosferos, todėl švaresnis taptų ir oras. Dabar viso pasaulio mokslininkai ieško būdų vandenilio gamybai atpiginti, nes iki šiol ji yra dar gana brangi. Drauge tobulinama jo pritaikymo technologija, siekiama, kad ji būtų patikima ir saugi.

?

1 Kodėl visame pasaulyje taip domimasi vandenilio energetika?

2 Kuo pavojingos vandenilio dujos?

3 Šarminiai ir šarminių žemių metalai gali reaguoti su vandeniliu. Susidaro hidridai, kuriuose vandenilio oksidacijos laipsnis lygus –1. Parašykite vandenilio ir šių metalų reakcijų lygtis:
a) ličio; b) kalcio.
Parašę oksidacijos ir redukcijos puslygtes, pažymėkite oksidatorių ir reduktorių.

4 Parašykite lygtis reakcijų, kurių metu vandenilis susidaro reaguojant:
a) natriui ir vandeniui; b) cinkui ir sieros rūgščiai; c) magniui ir druskos rūgščiai.

5 Pasakykite, kurie metalai, veikiami rūgščių, vandenilio neišskiria:
a) magnis; b) litis; c) varis; d) sidabras; e) aliuminis.
Parašykite metalų ir sieros rūgšties tirpalo reakcijų lygtis.

6 Pakankamu druskos rūgšties kiekiu veikiama 2,7 g aliuminio. Kiek gramų vandenilio susidarys?

7 Pakankamas kiekis geležies veikiamas sieros rūgšties tirpalu, kurio masės dalis — 20 %, tūris — 50 cm^3, o tankis — 1,14 g/cm^3. Apskaičiuokite, kiek gramų vandenilio susidarys.

8 Kiek gramų vandenilio išsiskirs veikiant 6,5 g cinko 36 % druskos rūgšties tirpalu, kurio tūris — 119 cm^3, o tankis — ρ = 1,19 g/cm^3?

4. BENDROSIOS NEMETALŲ SAVYBĖS

4.1. Dujos. Molinis dujų tūris

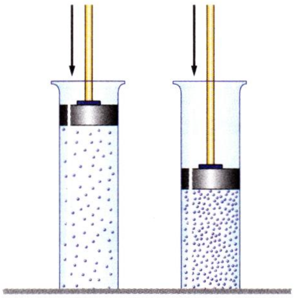
Daug nemetalų ir jų junginių yra dujinės medžiagos, o dujinių metalų junginių — tik keletas. Tai kai kurių metalų hidridai (junginiai su vandeniliu), pavyzdžiui: SbH_3, BiH_3.

Prisiminkime, ką apie dujas sužinojome VIII klasėje, mokydamiesi fizikos ir chemijos.

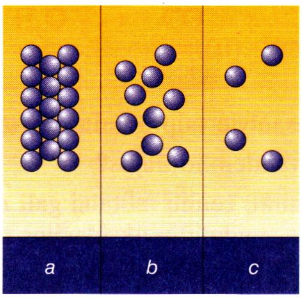
1. Dujos neturi pastovios formos ir gana lengvai keičia tūrį. Jos yra spūdžios (4.1.1 pav.).

2. Atstumai tarp dujų molekulių yra labai dideli (4.1.2 pav.), daug didesni negu skysčiuose ir kietuosiuose kūnuose.

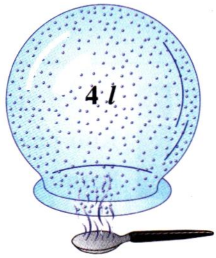
Pavyzdžiui, vieno arbatinio šaukštelio vandens garai užima 4 litrų tūrį (4.1.3 pav.)!



4.1.1 pav. Dujos yra spūdžios



4.1.2 pav. Atstumai tarp medžiagų dalelių:
a — metalų; *b* — skysčių; *c* — dujų



4.1.3 pav. Arbatinio šaukštelio vandens garų tūris

Palyginus 1 l įvairių dujų masę tokiomis pat 0 °C temperatūros ir $1{,}013 \cdot 10^5$ Pa slėgio (atmosferos slėgio) sąlygomis, gaunami skirtingi dydžiai (4.1 lentelė). Šios sąlygos vadinamos *normaliósiomis sąlygomis*. Tačiau nors dujų masė skirtinga, vienas jų molis užima tokį pat 22,4 l tūrį (normaliosiomis sąlygomis — n. s.). Tai nesunku patikrinti.

Patikrinkime lentelės duomenis. Molinį dujų tūrį pažymėkime V_M. Jis sutinka su 1 l tūriu taip, kaip molinė tų dujų masė M — su 1 l dujų mase:

$$\frac{V_M}{1\ \mathrm{l}} = \frac{M}{m}; \qquad \text{čia } m \text{ — 1 l dujų masė.}$$

Iš čia
$$V_M = \frac{2{,}016\ \mathrm{g/mol} \cdot 1\ \mathrm{l}}{0{,}089\ g} = 22{,}4\ \mathrm{l/mol}.$$

4.1 lentelė

Kai kurių dujų masės ir molinės masės palyginimas

Dujos	Formulė	1 l dujų masė, g	Dujų molinė masė, g/mol	1 mol dujų tūris, l	Molekulių skaičius
Vandenilis	H_2	0,089	2,016	22,4	$6{,}02 \cdot 10^{23}$
Deguonis	O_2	1,428	31,999	22,4	$6{,}02 \cdot 10^{23}$
Azotas	N_2	1,250	28,014	22,4	$6{,}02 \cdot 10^{23}$
Anglies dioksidas	CO_2	1,960	44,01	22,4	$6{,}02 \cdot 10^{23}$
Amoniakas	NH_3	0,759	17,03	22,4	$6{,}02 \cdot 10^{23}$
Oras	—	1,295	29	22,4	$6{,}02 \cdot 10^{23}$
Metanas	CH_4	0,714	16,04	22,4	$6{,}02 \cdot 10^{23}$
Chloras	Cl_2	3,17	71,1	22,4	$6{,}02 \cdot 10^{23}$
Vandenilio chloridas	HCl	1,63	36,55	22,4	$6{,}02 \cdot 10^{23}$

Taip pat apskaičiuojamas ir kitų dujų molinis tūris.

Taigi žinodami, kad molinis dujų tūris normaliosiomis sąlygomis yra pastovusis dydis ir koks tų dujų kiekis moliais, galime apskaičiuoti dujų tūrį V:

$$V = n \cdot V_M;$$

čia n — molių skaičius.

Tūris, kurį užima vienas molis bet kurių dujų, esant 0 °C temperatūrai ir $1{,}013 \cdot 10^5$ Pa slėgiui, vadinamas *mòliniu dùjų tūriù*. Jis lygus 22,4 l.

Dujose, kurių tūris lygus 22,4 l, normaliosiomis sąlygomis yra $6{,}02 \cdot 10^{23}$ molekulių.

Šis dydis — $6{,}02 \cdot 10^{23}$ — italų mokslininko A. Avogadro garbei vadinamas *Avogãdro konstánta*.

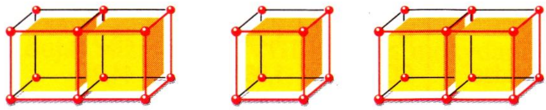


A. Avogadras

Amadėjus Avogadras (*Avogadro*; 1776—1856) — italų fizikas ir chemikas, atominės ir molekulinės teorijos kūrėjas. Tęsdamas šeimos tradicijas, tapo advokatu, bažnytinės teisės daktaru. 1800 m. pradėjo studijuoti matematiką ir fiziką, o nuo 1806 m. dėstė Turino universitete, vėliau tapo profesoriumi. 1811—1821 m. paskelbė darbų, tapusių atominės ir molekulinės teorijos pagrindais. Amžininkai prisimindavo jį kaip nepaprastai kuklų, atsidavusį mokslui žmogų.

Išnagrinėkime vandenilio ir deguonies dujų reakcijos lygtį, kai susidaro vandens garai.

	$2H_2$	+	O_2	→	$2H_2O$
Molių santykis	2 mol		1 mol		2 mol
Molekulių skaičius	$2 \cdot 6 \cdot 10^{23}$		$1 \cdot 6 \cdot 10^{23}$		$2 \cdot 6 \cdot 10^{23}$
Dujų tūrių santykis	2 tūriai		1 tūris		2 tūriai



Reakcijų tarp dujinių medžiagų koeficientai rodo reaguojančiųjų medžiagų tūrių santykį.
Vienoduose įvairių dujų tūriuose yra toks pat skaičius molekulių (*Avogãdro dė́snis*).

Apskaičiuokime, kiek molekulių yra 1 l šių dujų:

$6{,}02 \cdot 10^{23}$ molekulių/mol : 22,4 l = $2{,}69 \cdot 10^{22}$ molekulių H_2;

$6{,}02 \cdot 10^{23}$ molekulių/mol : 22,4 l = $2{,}69 \cdot 10^{22}$ molekulių O_2.

Jei, vykstant reakcijai, susidaro arba sunaudojamos dujos, patogiau apskaičiuoti jų tūrį, o ne masę. Pavyzdžiui, apskaičiuokime, koks tūris vandenilio išsiskirs sureagavus 6,5 g cinko su druskos rūgšties tirpalu (pakankamu jo kiekiu). Užrašome reakcijos lygtį.

Zn(k.)	+	2HCl(aq)	→	$ZnCl_2$(aq)	+	H_2(d.)
Cinkas		Druskos rūgštis		Cinko chloridas		Vandenilis

Cinko kiekis moliais yra

$$n(\text{Zn}) = \frac{m}{M} = \frac{6{,}5\ \text{g}}{65\ \text{g/mol}} = 0{,}1\ \text{mol}.$$

Kadangi V_M = 22,4 l/mol, tai

$$V = n \cdot 22{,}4\ \text{l/mol} = 0{,}1\ \text{mol} \cdot 22{,}4\ \text{l/mol} = 2{,}24\ \text{l}.$$

?

1 Sakoma, kad tokiuose pat įvairių dujų tūriuose yra vienodas skaičius molekulių. Kodėl?

2 Apskaičiuokite, kokį tūrį (n. s.) užims:
a) 0,25 mol dujų; b) 0,1 mol dujų; c) 50 mol dujų.

3 Nustatykite, kiek molekulių (n. s.) yra:
a) viename litre vandenilio; b) 20 l anglies dioksido; c) 500 l azoto; d) 1 m^3 metano.

4 Apskaičiuokite, kokia (n. s.) bus šių dujų masė:
a) 0,5 l ksenono (Xe); b) 40 l amoniako; c) 32 l deguonies; d) 6 m^3 oro.

5 Kokį tūrį (n. s.) užims 10 g šių dujų:
a) vandenilio; b) azoto; c) chloro; d) amoniako?

6 Baikite pildyti lentelę.

Dujos	Formulė	Santykinė molekulinė masė	Molių skaičius	Molekulių skaičius	Dujų masė, g	Dujų tūris, l
Azotas			0,1			
Fluoras	F_2			$2,4 \cdot 10^{23}$		
					1	11,2
	NH_3					15
				$3,01 \cdot 10^{24}$	160	

4.2. Dujų savybės

Santykinis dujų tankis. Šis dydis rodo, kiek kartų vienos dujos sunkesnės už kitas, ir žymimas raide *D*. Pavyzdžiui, santykinis oro tankis vandenilio atžvilgiu žymimas $D_{oras}(H_2)$, santykinis vandenilio tankis oro atžvilgiu — $D_{H_2}(oras)$.

Santykinį vienų dujų tankį kitų atžvilgiu galima sužinoti apskaičiavus tų dujų molinių masių santykį. Pavyzdžiui, apskaičiavę oro ir vandenilio molinių masių santykį, gauname santykį oro tankį vandenilio atžvilgiu.

$$D = \frac{M_{oro}}{M_{H_2}} = \frac{29 \text{ g/mol}}{2 \text{ g/mol}} = 14,5.$$

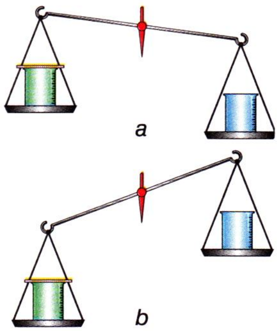
Vadinasi, oras net 14,5 kartų sunkesnis už vandenilį.

Molinių dujų masių santykis vadinamas vienų dujų santykiniu tankiu kitų dujų atžvilgiu.

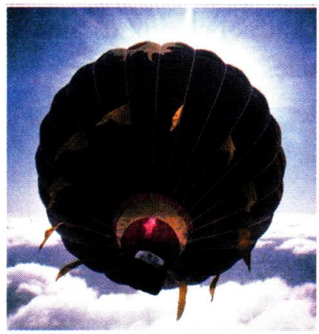
Jeigu santykinis dujų tankis oro atžvilgiu *D* < 1, dujos yra už orą lengvesnės, jei *D* > 1 — sunkesnės (4.2.1 pav., *a*, *b*).

Žinome, kad vieni kūnai, panardinti vandenyje, skęsta, kiti — plūduriuoja, nes jų tankis mažesnis už vandens tankį. Mokydamiesi fizikos, sužinojome, kad panardinto kūno išstumto vandens tūris lygus kūno tūriui (*Archimèdo dėsnis*).

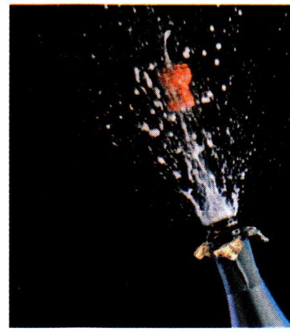
Vandenilio pripildytas balionas išstums tokį pat tūrį sunkesnio oro. Jei baliono tūris yra 1 l, išstumto oro tūris taip pat yra 1 l. Bet 1 l oro masė yra 1,295 g, o 1 l H_2 dujų masė — tik 0,089 g (žr. 4.1 lentelę). Vadinasi, balionas su vandeniliu yra net 1,206 g lengvesnis (1,295 g — 0,089 g = 1,206 g). Taigi jis gali pakelti tokios pat masės daiktą (pavyzdžiui, patį balioną, į kurį šių dujų buvo prileista).



4.2.1 pav. Keliamoji dujų galia



4.2.2 pav. Oro balionas



4.2.3 pav. Dujų išsiveržimas

Juo dujos lengvesnės už orą, juo didesnė jų keliamoji galia.

Kaitinamos dujos plečiasi, mažėja jų tankis, dujos tampa lengvesnės ir kyla aukštyn. Taigi balionus galima pripildyti karšto oro. Dabar ypač populiarūs balionai su dujų degikliais, šildančiais orą (4.2.2 pav.).

Pirmasis oro balionas pakilo į dangų Prancūzijoje dar XVIII šimtmetyje. Tai buvo paprasčiausias maišas, apklijuotas pergamentu, o į jį, laikomą virš laužo, prileista karšto oro. Atradus vandenilį, balionai pradėti pildyti šiomis dujomis. 1783 m. Prancūzijoje pirmasis toks šilkinis skystu kaučiuku įmirkytas balionas nuskrido net 18 km. Vietiniai gyventojai taip išsigando, kad balioną suplėšė į skutelius. Tų pačių metų pabaigoje paleistas balionas su krepšiu, kuriame buvo gaidys, antis ir avinas. O 1783 m. lapkričio 25 d. pirmą kartą juo skrido žmogus.

Aukščiai ir nuotoliai didėjo. 1804 m. įžymus prancūzų fizikas L. Ž. Gei-Liusakas (*Gay-Lussac*) pakilo net į 4 km aukštį.

Dujų tirpumas. Jau žinome, kad dujos labai nevienodai tirpsta vandenyje. Vandens molekulės yra poliškos, todėl jame geriau tirpsta polinės medžiagos, pavyzdžiui, HCl (4.2 lentelė).

4.2 lentelė

Kai kurių dujų tirpumas vandenyje

Dujos	Formulė	Tirpumas litrais 1 l vandens		
		0 °C	20 °C	40 °C
Argonas	Ar	0,116	0,073	0,055
Azotas	N_2	0,023	0,015	0,011
Vandenilis	H_2	0,021	0,018	0,017
Deguonis	O_2	0,049	0,031	0,023
Anglies dioksidas	CO_2	1,71	0,876	0,529
Vandenilio chloridas	HCl	505	430	388
Amoniakas	NH_3	1153	693	405

Padidinus slėgį, tokio pat tūrio dujų molekulių skaičius padidėja, todėl padidėja ir dujų tirpumas. Kai tik slėgis susilygina su atmosferos slėgiu, dujų perteklius greitai išsiveržia (4.2.3 pav.).

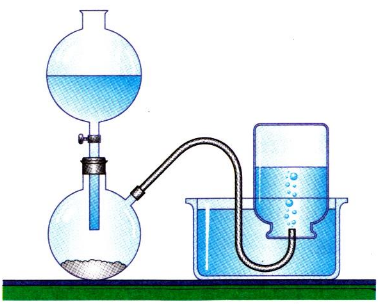
Dujų rinkimo būdai. Žinodami dujų savybes, galime taikyti įvairius būdus per reakciją išsiskiriančioms dujoms surinkti. Svarbiausi yra šie:

1. Vandenyje netirpias dujas galima surinkti išstumiant vandenį (4.2.4 pav.). Lygiai taip pat rinkome vandenilį ir deguonį.

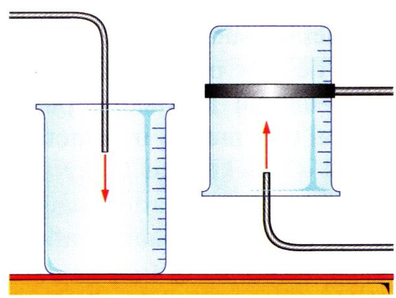
2. Dujas galima rinkti išstumiant orą. Jeigu jos sunkesnės už orą, renkamos indą laikant anga į viršų, jei lengvesnės — anga žemyn (4.2.5 pav.).

Taip surinktų dujų negalima ilgai laikyti. Dėl šiluminio molekulių judėjimo po kurio laiko dujos išsisklaido ore.

3. Dujas dar galima rinkti išstumiant gyvsidabrį, nes jame dujos netirpsta. Tačiau šis būdas jau seniai netaikomas, nes gyvsidabrio garai nepaprastai nuodingi.



4.2.4 pav. Dujos renkamos išstumiant vandenį



4.2.5 pav. Dujos renkamos išstumiant orą

?

1 Ką vadiname santykiniu dujų tankiu?

2 Kaip dujų tirpumas priklauso nuo temperatūros?

3 Kodėl šampanas, atkimšus butelį, putoja, o kamštis išlekia su trenksmu?

4 Koks limonadas labiau putoja: šiltas ar šaltas? Kodėl rekomenduojama šį gėrimą gerti šaltą?

5 Apskaičiuokite santykinį šių dujų tankį oro atžvilgiu:
a) metano; b) chloro; c) azoto; d) anglies dioksido.

6 Balionas, kurio tūris 3 l, pripildytas vandenilio dujų (n. s.). Apskaičiuokite: a) balione esančio vandenilio masę; b) kiek kartų šis balionas bus lengvesnis už tokį pat oro balioną; c) kokios masės svarelį gali pakelti šis balionas, jei paties baliono masė yra 3 g?

7 Viryklių, kurioms reikalingos suskystintos (naftos) dujos, negalima naudoti virtuvėse, jei po jomis yra rūsys. Suskystintos dujos — tai propano C_3H_8 ir butano C_4H_{10} mišinys. Kodėl šis reikalavimas netaikomas viryklėms, kurioms reikalingos gamtinės dujos (metanas CH_4)?

8 Kokiu tūriu helio reikia pripildyti balioną, kad jis galėtų jus pakelti? Baliono ir gondolos masė lygi 50 kg.

9 Apskaičiuokite tūrį dujų, kurios (n. s.) išsiskirs sureagavus 2,7 g aliuminio su druskos rūgšties tirpalo pertekliumi.

10 Kiek litrų deguonies (n. s.) galima gauti elektrolizavus 36 g vandens?

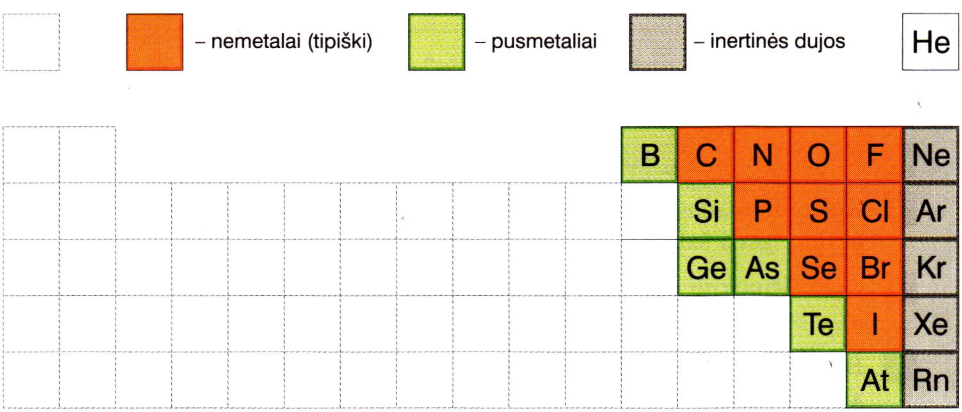
11 Geležies drožlės, kurių masė lygi 7 g, užpiltos 110 ml sieros rūgšties tirpalo. Jo masės dalis — 20 %, tankis — 1,14 g/cm^3. Apskaičiuokite išsiskyrusių dujų tūrį (n. s.).

4.3. Nemetalų vieta periodinėje elementų sistemoje

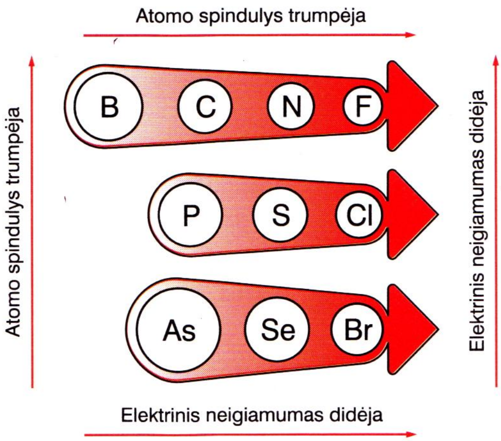
Nemetalai sudaro mažesnę visų cheminių elementų dalį. Jie yra periodinės lentelės dešinės pusės viršutinėje dalyje (4.3.1 pav.).

Nuo metalų juos skiria pusmetaliai, kurie savo savybėmis yra tarpiniai elementai tarp metalų ir nemetalų. Išoriniame elektronų sluoksnyje nemetalai turi po 4—7 elektronus (išskyrus vandenilį). Todėl nemetalai elektronus lengviau prisijungia, negu atiduoda. Elektroninė pusmetalių sandara panaši į nemetalų, bet jie gana nesunkiai atiduoda elektronus.

Kai kurios inertinės dujos (Kr, Xe, Rn) ypatingomis sąlygomis taip pat sudaro junginius. Tuo jos panašios į nemetalus. Tai susiję su IV periodo elementų elektronine sandara, apie kurią jūs sužinosite aukštesnėse klasėse.



4.3.1 pav. Nemetalų vieta periodinėje sistemoje



4.3.2 pav. Atomo spindulio ir elektrinio neigiamumo pokyčiai

Didėjant atomo numeriui, didėja branduolio krūvis ir elektronų skaičius sluoksnyje (žr. periodinę lentelę), dėl to atomo spindulys trumpėja, nes elektronai yra stipriau traukiami prie branduolio. Taip pat didėja elementų elektrinis neigiamumas. Trumpiausią atomo spindulį (išskyrus H) ir didžiausią elektrinį neigiamumą turi fluoras (4.3.2 pav.).

Junginiuose su metalais ir vandeniliu nemetalai turi neigiamąjį oksidacijos laipsnį.

Neigiamasis nemetalų oksidacijos laipsnis gali būti nustatomas pagal tai, kiek elektronų trūksta iki 8, kad būtų užpildytas išorinis elektronų sluoksnis. Remiamasi tokia formule: grupės numeris minus aštuoni — lygu neigiamasis oksidacijos laipsnis. Pavyzdžiui, fosforas yra V grupės elementas, tada 5 – 8 = = –3.

IVA	VA	VIA	VIIA
–4 C	–3 N	–2 O	–1 F
	–3 P	–2 S	–1 Cl

Nemetalų junginiai su metalais yra joniniai.

Junginiuose su metalais pusmetaliams gali būti priskiriamas neigiamasis oksidacijos laipsnis, tačiau jie dažniausiai nagrinėjami kaip metalų lydiniai, o ne junginiai.

Nemetalai, jungdamiesi su metalais tiesiogiai, yra oksidatoriai:

$$\overset{2 \cdot e^-}{\overset{0}{2Li} + \overset{0}{F_2}} \rightarrow \overset{+1\,-1}{2LiF}$$

Litis — Fluoras — Ličio fluoridas

Reduktorius	2 ·	$\overset{0}{Li} - e^- \rightarrow \overset{+1}{Li}$
Oksidatorius	1 ·	$\overset{0}{F_2} + 2e^- \rightarrow \overset{-1}{F}$

Kuo lengviau nemetalas prisijungia elektronus, tuo jis stipresnis oksidatorius. Ši savybė priklauso ir nuo elektrinio neigiamumo, ir nuo elemento atomo spindulio.

Stipresni oksidatoriai nemetalai gali oksiduoti kitus nemetalus. Pavyzdžiui: fluoras gali oksiduoti deguonį, deguonis — visus nemetalus, išskyrus fluorą ir deguonį. Išnagrinėkime oksidacijos su deguonimi lygtis.

Nemetalai ir pusmetaliai sudaro oksidus (išskyrus fluorą), kuriuose nemetalų ir pusmetalių oksidacijos laipsnis yra teigiamas. Pavyzdžiui, anglis oksiduojama deguonimi:

$$\overset{2 \cdot e^-}{\overset{0}{C} + \overset{0}{O_2}} \rightarrow \overset{+4\,-2}{CO_2}$$

Reduktorius	$\overset{0}{C} - 4e^- \rightarrow \overset{+4}{C}$
Oksidatorius	$\overset{0}{O_2} + 2 \cdot 2e^- \rightarrow \overset{-2}{2O}$

Didžiausias teigiamasis nemetalų oksidacijos laipsnis lygus elektronų, esančių išoriniame sluoksnyje, skaičiui (grupės numeriui):

IVA	VA	VIA	VIIA
+4 C	+5 N	—	—
	+5 P	+6 S	+7 Cl

Nemetalų ir pusmetalių oksiduose ryšiai yra kovalentiniai poliniai.

Nemetalų ir pusmetalių oksidus atitinka rūgštys.

Grupė	IVA	VA	VIA	VIIA
Nemetalas Oksidas Rūgštys	C CO_2 H_2CO_3	N N_2O_5 HNO_3	O — —	F — —
Nemetalas Oksidas Rūgštys		P P_2O_5 H_3PO_4	S SO_3 H_2SO_4	Cl Cl_2O_7 $HClO_4$

Nemetalų oksidacijos laipsnis oksiduose ir juos atitinkančiose rūgštyse sutampa. Tačiau yra nemetalų oksidų, kurie neturi juos atitinkančių rūgščių, pavyzdžiui anglies(II) oksidas CO, azoto(II) oksidas NO ir azoto(IV) oksidas NO_2. Jie vadinami rūgščių nesudarančiaisiais oksidais.

?

1 Persibraižykite lentelę į sąsiuvinius ir baikite ją pildyti.

Elementas	Simbolis	Sluoksnių skaičius	Elektronų skaičius išoriniame sluoksnyje	Neigiamojo jono krūvis
Anglis	C			4–
			3	5
	S			
Azotas				
		2		2–
		2	7	
	I			1–

2 Apskaičiuokite nemetalų oksidacijos laipsnį šiuose junginiuose: SeO_2, SO_3, NaF, Al_4C_3, PCl_5, N_2O_3, LiH, PBr_3, ClBr, SiF_4, CCl_4, NaCl.

3 Išrinkite ir surašykite poromis oksidus bei juos atitinkančias rūgštis: H_2SO_3, SO_3, CO_2, H_2SO_4, SO_2, HNO_3, NO, P_2O_5, N_2O_5, H_2CO_3, H_3PO_4, P_2O_3, NO_2, Li_2O, LiOH, CO.

4 Parašykite šių elementų vandenilinių junginių formules:
C; N; O; F; Cl; S; P.
Koks nemetalų oksidacijos laipsnis susidariusiuose hidriduose?

II SKYRIUS

SVARBIAUSIEJI NEMETALAI IR JŲ JUNGINIAI

5. VIIA GRUPĖS NEMETALAI — HALOGENAI

5.1. Bendroji halogenų charakteristika

Halogènai — fluoras, chloras, bromas ir jodas — yra VIIA grupės elementai. Visų jų atomų išoriniame sluoksnyje yra po 7 elektronus, todėl halogenams būdingas neigiamasis oksidacijos laipsnis. Palyginkime halogenų atomų sandarą (5.1 lentelė).

5.1 lentelė

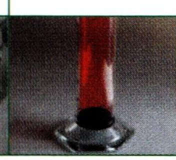
Halogenų atomų sandaros palyginimas

Elementas	Cheminis simbolis	Branduolio krūvis	Elektronų skaičius sluoksniuose	Atomo spindulys, nm	Elektrinis neigiamumas	Oksidacijos laipsnis	
						Neigiamasis	Teigiamasis
Fluoras	F	+9	2; 7	0,064	4,0	–1	—
Chloras	Cl	+17	2; 8; 7	0,099	3,0	–1	+1; +3; +5; +7
Bromas	Br	+35	2; 18; 7	0,114	2,8	–1	+1; +3; +5; +7
Jodas	I	+53	2; 8; 18; 18; 7	0,133	2,5	–1	+1; +3; +5; +7

Nuo halogenų atomų sandaros priklauso jų fizikinės ir cheminės savybės (5.2 lentelė).

5.2 lentelė

Fizikinių halogenų savybių tikrinimas

Halogenas	Fluoras	Chloras	Bromas	Jodas
Simbolis	F	Cl	Br	I
Molekulinė formulė	F_2	Cl_2	Br_2	I_2
Virimo temperatūra, °C	–188,1	–34,0	59,5	185,2
Agregatinė būsena	Dujos	Dujos	Skystis	Kietoji medžiaga
Pavyzdys				

Visų halogenų molekulės yra dviatomės, atomai molekulėje sujungti *kovaleñtiniu nepòliniu ryšiù*.

Laisvieji halogenai yra pavojingi: jų garai nuodingi, o bromas ir jodas gali nudeginti odą. Spiritinis jodo tirpalas (jodo tinktūra) naudojamas medicinoje.

Chloras per I pasaulinį karą buvo naudojamas kaip cheminis ginklas. Kai, vykstant mūšiui, vokiečių kariuomenė paleido chloro dujas, žuvo ne tik priešingoje pusėje kariavę Antantės kariai, bet ir patys vokiečių kareiviai. Tai bene kruviniausia cheminė ataka žmonijos istorijoje. Nuo to laiko pradėta kalbėti apie tai, jog reikia uždrausti cheminį ginklą.

Halogenai yra labai aktyvūs, todėl gamtoje randami tik junginiuose (žr. 5.3 lentelę ir 5.1.1 pav.).

5.3 lentelė

Halogenų paplitimas

Halogenas	Paplitimas Žemės plutoje	Mineralai	Kur randami
Fluoras	0,054 %	Fluoritas CaF_2 Kriolitas Na_3AlF_6	Žuvų, paukščių ir žinduolių dantyse, kauluose
Chloras	0,19 %	Akmens druska NaCl Silvinas KCl Karnalitas $KCl \cdot MgCl_2 \cdot$ $\cdot 6H_2O$	Jūrų ir sūriųjų ežerų vandenyse, gyvūnų skrandyje (HCl), ląstelių skystyje
Bromas	$2{,}5 \cdot 10^{-4}$ %	Reti	Jūrų vandenyje, akmens druskoje
Jodas	$4{,}6 \cdot 10^{-5}$ %	Reti; jodargiritas AgI	Jūrų vandenyje, jūrų dumbliuose, skydliaukėje

Lietuvoje halogenų junginių yra sūriuose požeminiuose vandenyse (iki 150 g/l druskų) ir Baltijos jūroje (7—8 g/l druskų), o Vakarų Lietuvoje rasta akmens druskos klodų. Tačiau mūsų krašte halogenų junginių neišgaunama.

Halogenų ir metalų junginiai (halogenidai) yra druskos. Iš čia kilęs halogenų pavadinimas (gr. *hals* — druska, *genos* — giminė). Halogenidai susidaro vykstant oksidacijai ir redukcijai, kai halogenų atomai prisijungia elektronus.



a *b* *c* *d*

5.1.1 pav. Mineralai: *a* — fluoritas; *b* — akmens druska; *c* — silvinas; *d* — jodargiritas

Daug halogenų reakcijų su metalais esate stebėję ankstesnėse klasėse, nagrinėdami bendrąsias cheminių elementų savybes. Pavyzdžiui, tokios reakcijos yra natrio degimas chlore arba įkaitintos geležies sąveika su chloru.

$2Na(k.) + Cl_2(d.) \rightarrow 2NaCl(k.)$;
Natris, Chloras, Natrio chloridas

$2Fe(k.) + 3Cl_2(d.) \rightarrow 2FeCl_3(k.)$
Geležis, Chloras, Geležies(III) chloridas

Reakcijos metu metalai yra reduktoriai, o chloras — oksidatorius. Parašykime oksidacijos ir redukcijos puslygtes.

Reduktorius 2 | $\overset{0}{Na} - 1\,e^- \rightarrow \overset{+1}{Na}$

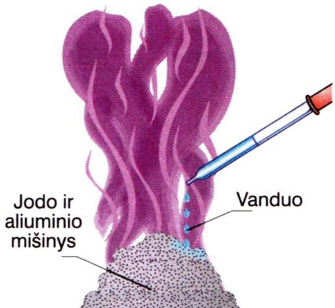
Oksidatorius | $\overset{0}{Cl_2} + 2e^- \rightarrow 2\overset{-1}{Cl}$

Kaip matome, lygtis galime išlyginti, tik išlyginę perėjusių elektronų skaičių (kiek elektronų oksidatorius prisijungia, tiek pat reduktorius jų turi atiduoti), t. y. prieš natrio puslygtę parašę daugiklį 2, iš kurio padauginame šios puslygtės narius. Taip yra lyginamos visos oksidacijos ir redukcijos lygtys. Savarankiškai išlyginkite geležies ir chloro reakcijos lygtį. Jai vykstant, geležies oksidacijos laipsnis geležies(III) chloride yra +3.

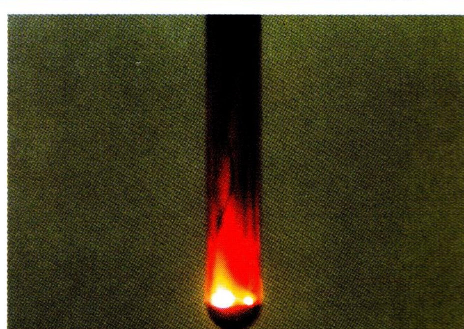
Halogenai aktyviai reaguoja tiek su metalais, tiek ir su nemetalais.

1 bandymas. *Aliuminio pudrą sumaišome su jodo milteliais. Tereikia užlašinti bent lašelį vandens (šiai reakcijai jis — tik katalizatorius), iškart prasideda audringa reakcija, mišinys įkaista. Skiriasi violetiniai nesureagavusio jodo dūmai (5.1.2 pav.).*

$2Al(k.) + 3I_2(d.) \rightarrow 2AlI_3(k.)$
Aliuminis, Jodas, Aliuminio jodidas



5.1.2 pav. Jodo ir aliuminio sąveika



5.1.3 pav. Aliuminis dega bromo garuose

Aliuminio reakcija su bromu dar aktyvesnė, aliuminis dega bromo garuose (kadangi bromas labai pavojingas, šis bandymas mokykloje nedemonstruojamas) (5.1.3 pav.).

$$\underset{\text{Aliuminis}}{2Al(k.)} + \underset{\text{Bromas}}{3Br_2(d.)} \rightarrow \underset{\text{Aliuminio bromidas}}{2AlBr_3(k.)}$$

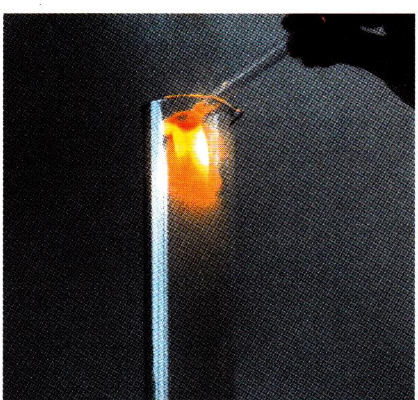
Jei į cilindrą, kuriame yra chloro garų, įbertume raudonojo fosforo miltelių, fosforas užsidegtų, susidarytų balti fosforo(V) chlorido dūmai. Jie labai nuodingi, erzina kvėpavimo takus (5.1.4 pav.).

$$\underset{\text{Fosforas}}{2P(k.)} + \underset{\text{Chloras}}{5Cl_2(d.)} \rightarrow \underset{\text{Fosforo(V) chloridas}}{2PCl_5(k.)}$$

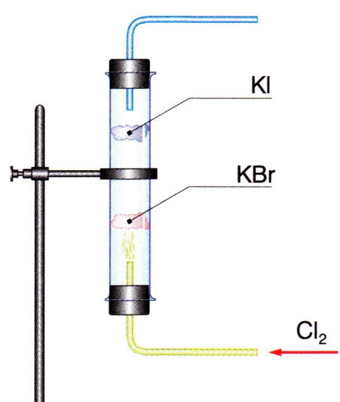
Iš šių reakcijų galime padaryti išvadą — halogenai yra labai aktyvūs oksidatoriai. Vykstant reakcijoms, halogenai prisijungia elektronus ir tampa neigiamaisiais halogenido jonais.

Elektronų prisijungimas prie neutraliojo atomo yra būdinga nemetalų savybė. Vykstant šioms reakcijoms, nemetalai tampa neigiamaisiais jonais.

Taigi halogenai yra tipiški, labai aktyvūs nemetalai. Šias jų savybes lemia vieta periodinėje elementų sistemoje: išoriniam sluoksniui užpildyti trūksta tik vieno elektrono. Be to, halogenai skiriasi savo elektriniu neigiamumu (didžiausias — fluoro, žr. 5.1 lentelę). Vadinasi, kuo didesnis elektrinis neigiamumas, tuo stipresnės oksidacinės halogenų savybės. Atlikime bandymą, kuris įrodo, kaip skiriasi oksidacinės halogenų savybės.



5.1.4 pav. Fosforas dega chlore



5.1.5 pav. Chloro reakcija su kalio bromidu ir jodu

2 bandymas. *Į vamzdelį įkišti du vatos gniužulėliai. Jie suvilgyti atitinkamai kalio bromido KBr ir kalio jodido KI tirpalu (5.1.5 pav.). Pro vamzdelį leidžiamas chloras. Vata, suvilgyta kalio bromidu, paraudonuoja (skiriasi bromas), o kalio jodidu — tampa violetinis (skiriasi laisvasis jodas). Tai halogenų išstūmimo reakcija iš jų druskų.*

$$\underset{\text{Chloras}}{Cl_2(d.)} + \underset{\text{Bromidas}}{2Br^-(aq)} \xrightarrow{2e^-} \underset{\text{Chloridas}}{2Cl^-(aq)} + \underset{\text{Bromas}}{Br_2(s.)}$$

$$\underset{\text{Chloras}}{Cl_2(d.)} + \underset{\text{Jodidas}}{2I^-(aq)} \xrightarrow{2e^-} \underset{\text{Chloridas}}{2Cl^-(aq)} + \underset{\text{Jodas}}{I_2(k.)}$$

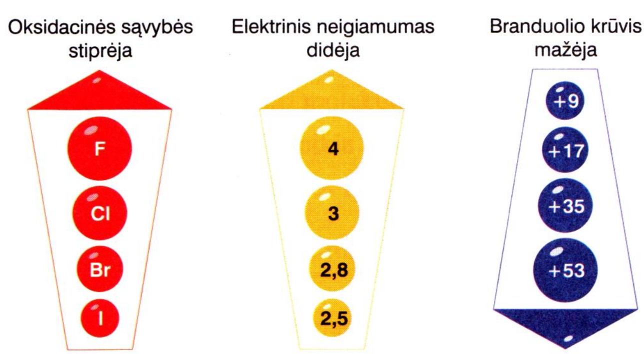
Vykstant šioms reakcijoms, oksidatorius yra chloras, oksiduojantis reduktorių — halogenido (bromido ar jodido) joną. Oksidacijos ir redukcijos puslygtės parašytos žemiau.

Oksidatorius	$Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$
Reduktorius	$2Br^- - 2e^- \rightarrow Br_2$

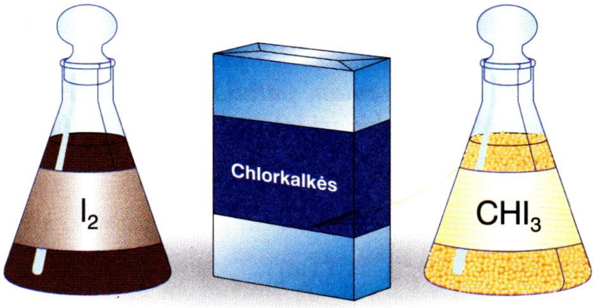
Fluoras apskritai nesudaro junginių, kuriuose fluoro oksidacijos laipsnis būtų teigiamas. Vadinasi,

didėjant cheminių elementų branduolio krūviui ir mažėjant elektriniam neigiamumui, grupėje oksidacinės savybės silpnėja.

Oksidacinės savybės stiprėja, elektrinis neigiamumas didėja, branduolio krūvis mažėja



Oksidacinės savybės silpnėja, elektrininis neigiamumas mažėja, branduolio krūvis didėja.

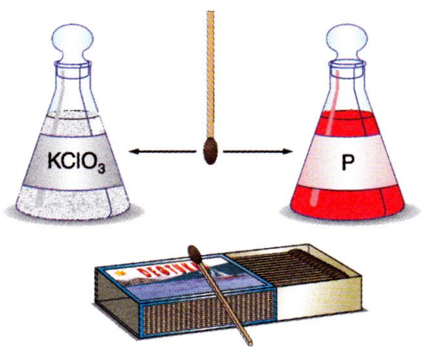


5.1.6 pav. Chlorkalkės ir kiti dezinfekantai

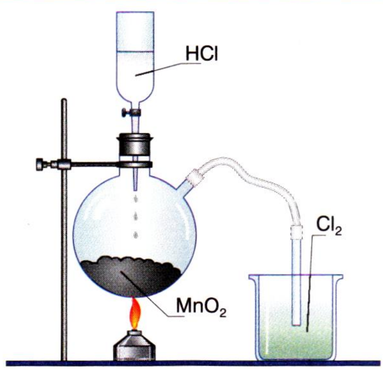
Chloras, bromas ir jodas junginiuose gali turėti teigiamąjį oksidacijos laipsnį. Tokie junginiai yra labai aktyvūs oksidatoriai. Pavyzdžiui, chloru ir jo junginiais hipochloritais galima balinti skalbinius, naikinti mikroorganizmus.

Šiuose junginiuose chloro oksidacijos laipsnis yra +1. Chlorkalkės — gerai žinomas cheminis baliklis (5.1.6 pav.). Dėl savo nuodingumo jis šiuo metu keičiamas kitomis, mažiau nuodingomis medžiagomis. Magnio hipochloritas — pesticidas. Jo atliekų yra kai kuriuose nenaudojamuose žemės ūkio sandėliuose. Patekus vandeniui, šis pesticidas skyla, o išsiskyręs chloras gali sukelti gaisrą. Dėl jo dažniausiai užsidega pesticidų sandėliai.

Dar stipresni oksidatoriai yra junginiai, kuriuose chloro oksidacijos laipsnis lygus +5, +7. Kalio chloratas $KClO_3$ (Bertoleto druska) naudojamas degtukams gaminti (5.1.7 pav.), fejerverkams. Kalio perchloratas $KClO_4$ — plačiau naudojama pirotechninė medžiaga. Tokios medžiagos pavojingos, su jomis dirbti reikia ypač atsargiai, laikantis pačių griežčiausių saugumo taisyklių. To nepaisant gali įvykti sprogimas.



5.1.7 pav. Kalio chloratas ir degtukų sudėtis



5.1.8 pav. Chloro gamyba laboratorijoje

Laboratorijoje chlorą galima pagaminti iš druskos rūgšties, veikiant ją mangano oksidu (5.1.8 pav.). Reakcijos lygtis — sudėtinga oksidacijos-redukcijos lygtis, kurioje oksidatorius yra mangano (+4) jonas, o reduktorius — chlorido jonas.

$$4HCl(aq) + MnO_2(k.) \rightarrow MnCl_2(aq) + Cl_2(d.) + 2H_2O(sk.)$$

Druskos rūgštis — Mangano(IV) oksidas — Mangano(II) chloridas — Chloras — Vanduo

Oksidatorius	$\overset{+4}{Mn} + 2e^- \rightarrow \overset{+2}{Mn}$
Reduktorius	$2Cl^- - 2e^- \rightarrow \overset{0}{Cl_2}$

Šiuo būdu pirmasis chlorą gavo įžymusis chemikas K. Šelė 1774 m. Iš pradžių manyta, kad chloras yra ne cheminis elementas, o koks nors dar nežinomas oksidas. Tik 1810 m. anglų chemikas H. Deivis (*Davy*) nustatė, kad atrastas chloras nėra oksidas. Jis ir pasiūlė šį elementą vadinti chloru (gr. *chlōros* — gelsvai žalias).



K. V. Šelė

Švedų chemikas Karlis Vilhelmas Šelė (*Scheele*; 1742—1786) dirbo Stokholme, Upsaloje. Būdamas vaistininko padėjėju, didžiausius savo atradimus padarė būtent vaistinėje (tais laikais daug vaistų buvo gaminama vaistinėje). K. Šelė atrado deguonį, chlorą, pirmasis išskyrė citrinų, vyno, obuolių rūgštis, glicerolį. Jis atrado pačius stipriausius nuodus — cianidùs. Mokslininkas tyrė jų kvapą (cianidai kvepia karčiaisiais migdolais), kitas savybes. Būdamas 32 metų tapo tikruoju Stokholmo mokslų akademijos nariu.

?

1 Kuris halogenas yra stipriausias oksidatorius?

2 Kuo paaiškintumėte, kad halogenų molekulės yra dviatomės? Parašykite elektronines chloro ir bromo molekulių formules.

3 Kodėl darbus su halogenais reikia atlikti geroje traukos spintoje?

4 Parašykite oksidacijos-redukcijos lygtį, nurodykite oksidatorių ir reduktorių, kai jungiasi:
a) varis su bromu; b) natris su fluoru; c) geležis su fluoru; d) magnis su bromu; e) aliuminis su chloru.

5 Nupieškite fluorido jono ir neono elektronų išsidėstymo schemas. Palyginkite jas.

6 Nustatykite chloro oksidacijos laipsnį natrio hipochlorite NaClO, kalio perchlorate $KClO_4$ ir kalio chlorate $KClO_3$.

7 Lietuvoje, netoli Šventosios ir Siesarties upių santakos, aptiktas požeminio vandens šaltinis, turintis natrio chlorido. Kiek g chlorido jonų yra 1 l šio sūrymo, jei 1 l yra ištirpę 115 g natrio chlorido?

8 Naudodamiesi 7-osios užduoties duomenimis ir reakcijos lygtimi chlorui gauti, veikiant mangano(IV) oksidu, apskaičiuokite, kiek litrų chloro (n. s.) galima gauti iš minėto sūrymo.

9 Kaitinant gryną kalio chloratą su mangano(IV) oksidu (katalizatorius), galima gauti deguonį pagal šią lygtį:

$$KClO_3 \xrightarrow{(MnO_2)} KCl + O_2.$$

Kalio chloratas Kalio chloridas Deguonis

Ją išlyginkite ir parašykite puslygtes.

10 Parašykite lygtis reakcijų, kurių metu įvyktų šie virsmai:

$$HCl \rightarrow Cl_2 \rightarrow HCl \rightarrow NaCl \rightarrow Cl_2.$$

5.2. Druskos rūgštis. Halogenidai

Svarbiausi halogenų junginiai yra druskos, kuriose halogenų oksidacijos laipsnis yra –1. Tokie junginiai vadinami *halogenìdais*. Pats žinomiausias halogenidas — natrio chloridas NaCl (valgomoji druska), sudarytas iš natrio jono ir chlorido jono (druskos rūgšties liekanos anijono). Dauguma halogenidų yra tirpūs (žr. tirpumo lentelę vadovėlio pabaigoje). Tirpdamos šios druskos vandenyje skyla į jonus, pavyzdžiui,

$$NaCl(k.) \rightarrow Na^+(aq) + Cl^-(aq).$$

Natrio chloridas Natrio jonas Chlorido jonas

Jonai vandenyje yra hidratuoti, t. y. apsupti vandens molekulių sluoksnio.

Halogenidai gali būti atpažįstami, kai jų vandeninius tirpalus veikiame sidabro nitrato tirpalu. Kaip matyti iš tirpumo lentelės, tik sidabro halogenidai yra netirpūs. Į halogenidų tirpalą įlašinus nedaug sidabro nitrato tirpalo, gaunamos nuosėdos.

1 bandymas. *Į mėgintuvėlius įpilkime nedaug natrio chlorido, kalio bromido ir kalio jodido tirpalų. Įlašinkime po kelis lašus sidabro nitrato tirpalo. Iškart susidarys netirpios nuosėdos (5.2.1 pav.). Parašykime bendrąsias reakcijų lygtis.*

$$NaCl(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow AgCl(k.) + NaNO_3(aq)$$

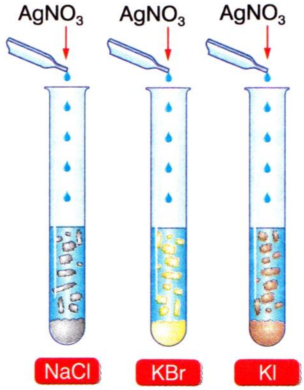
Natrio chloridas Sidabro nitratas Sidabro chloridas Natrio nitratas

$$KBr(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow AgBr(k.) + KNO_3(aq)$$

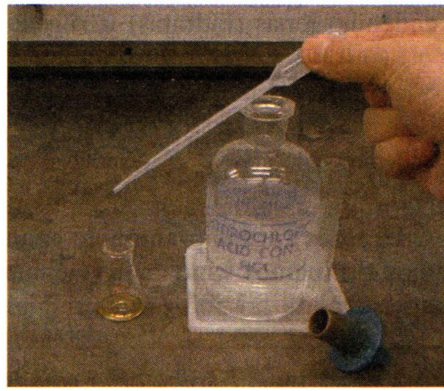
Kalio bromidas Sidabro nitratas Sidabro bromidas Kalio nitratas

$$KI(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow AgI(k.) + KNO_3(aq)$$

Kalio jodidas Sidabro nitratas Sidabro jodidas Kalio nitratas



5.2.1 pav. Sidabro nitrato reakcija su halogenidais



5.2.2 pav. Druskos rūgštis

Kaip matome iš reakcijų lygčių, visais atvejais susidaro netirpūs sidabro junginiai — halogenidai. Pabandykime perrašyti pirmąją lygtį, išskaidę medžiagą į tirpius jonus, jeigu junginys tirpsta. Turėsime joninę lygtį.

$$Na^+(aq) + Cl^-(aq) + Ag^+(aq) + NO_3^-(aq) \rightarrow AgCl(k.) + Na^+(aq) + NO_3^-(aq)$$

Išbraukime tuos jonus, kurie yra prieš reakciją ir po reakcijos.

$$\cancel{Na^+}(aq) + Cl^-(aq) + Ag^+(aq) + \cancel{NO_3^-}(aq) \rightarrow AgCl(k.) + \cancel{Na^+}(aq) + \cancel{NO_3^-}(aq)$$

Perrašykime likusią dalį. Gausime sutrumpintą joninę lygtį.

$$Cl^-(aq) + Ag^+(aq) \rightarrow AgCl(k.) \text{ (baltos nuosėdos)}$$

Kaip matyti, nuosėdos susidarys reaguojant bet kokiems tirpiems chloridams su tirpiais sidabro junginiais (dažniausiai naudojamas yra nitratas). Panašiai reaguoja ir kiti halogenidai.

$$Br^-(aq) + Ag^+(aq) \rightarrow AgBr(k.) \text{ (gelsvos nuosėdos)}$$

$$I^-(aq) + Ag^+ (aq) \rightarrow AgI(k.) \text{ (geltonos nuosėdos)}$$

Halogenidų ir sidabro nitrato reakcija yra atpažinimo reakcija. Tirpūs halogenidai reakcijos metu sudaro netirpius sidabro halogenidus.

Vandenilio halogenidai yra rūgštys. Visi jie tirpsta vandenyje. Vandenilio chlorido vandeninis tirpalas vadinamas druskos rūgštimi. Paprastai vandenilio chlorido masės dalis druskos rūgštyje yra apie 40 %, atkimšus druskos rūgšties butelį matosi balsvi garai (5.2.2. pav.) (jokiu būdu jų neuostykite, nes galite

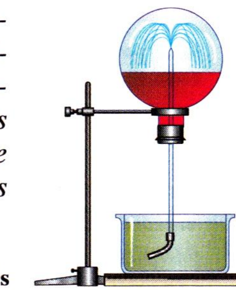
uždusti). Tirpstant dujiniam vandenilio chloridui, medžiaga jonizuojasi, susidaro vandenilio jonas (hidratas) ir rūgšties liekanos anijonas (chloridas):

$$\overset{H^+}{\longrightarrow}$$

HCl	+	$(H_2O)(s)$	→	$H^+(aq)$	+	$Cl^-(aq)$
Vandenilio chloridas (rūgštis)		Vanduo (bazė)		Hidratuotasis vandenilio jonas		Chlorido jonas (rūgšties liekana)

Druskos rūgštis pramonėje gaunama jungiant vandenilį su chloru. Gautos dujos tirpinamos vandenyje (viename tūryje vandens 0 °C temperatūroje gali būti ištirpinta iki 500 tūrių vandenilio chlorido).

2 bandymas. *Į kolbą arba cilindrą, išstumdami orą, surinkite dujinį vandenilio chloridą. Kolbą (cilindrą) uždenkite, apverskite ir greitai panardinkite į indą su vandeniu. Vandenyje tirpstančio vandenilio chlorido tūris mažėja, į kolbą (cilindrą) įsiurbiamas vanduo. Kolboje galima pamatyti gražų fontaną — joje susidaręs tirpalas tampa druskos rūgštimi (5.2.3 pav.).*



5.2.3 pav. Tirpsta druskos rūgštis

Laboratorijoje druskos rūgštis gali būti gauta išstumiant vandenilio chloridą iš druskos (natrio chlorido), kai ji veikiama koncentruota sieros rūgštimi (sieros rūgštis yra stipresnė rūgštis). Šios reakcijos lygtis

$NaCl(k.)$	+	$H_2SO_4(s.)$	→	$NaHSO_4(k.)$	+	$HCl(d.)$.
Natrio chloridas		Sieros rūgštis		Natrio hidrosulfatas		Vandenilio chloridas

1 Parašykite bendrąsias, jonines ir sutrumpintas jonines reakcijų lygtis, kai sidabro nitratas reaguoja su šiais junginiais:
a) ličio jodidu; b) kalcio bromidu; c) aliuminio chloridu.

2 Iš tirpumo lentelės nustatykite, kurio metalo nitratui reaguojant su chloridais susidaro mažai tirpūs junginiai. Parašykite sutrumpintą joninę lygtį tarp šio metalo jono ir chlorido.

3 Apskaičiuokite, kiek gramų nuosėdų gausime sumaišę 0,5 l Baltijos jūros vandens su sidabro nitrato tirpalo pertekliumi. Laikykime, kad 1 l vandens yra 7 g natrio chlorido.

4 Sumaišyti du tirpalai, turintys po 20 g sidabro nitrato ir natrio chlorido. Susidariusių nuosėdų masė gramais yra (nustatykite teisingą atsakymą, patvirtindami skaičiavimais):

a) 16,8; b) 33,6; c) 40,0; d) 48,8; e) 97,7.

5 0,84 ml koncentruotos druskos rūgšties tirpalo (w = 36 %, ρ = 1,19 g/cm^3) reaguoja su 20 ml sidabro nitrato tirpalo, kurio koncentracija yra 0,25 mol/l. Kokia susidariusių nuosėdų masė?

5.3. Druskos rūgšties savybių tyrimas (laboratorinis darbas)

Atlikite laboratorinį darbą, padedantį apibendrinti druskos rūgšties savybes. Atlikę bandymus, išspręskite užduotis.

1. Reakcijos su metalais (5.3.1 pav.).

Į mėgintuvėlį įmeskite kelis žirnelius cinko ir įlašinkite druskos rūgšties tirpalo. Reakcijos metu išsiskiria vandenilio dujos. Kaip galėtumėte tai įrodyti?

$$Zn(k.) + 2HCl(aq) \rightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(d.)$$

Parašykite šios reakcijos oksidacijos ir redukcijos puslygtes (cinkas yra reduktorius, vandenilio jonas — oksidatorius).

2. Reakcijos su baziniais metalų oksidais (5.3.2 pav.).

Ant geležies(III) oksido užpilkite druskos rūgšties tirpalo ir truputį pašildykite. Tirpstant geležies oksidui (bazinis oksidas) rūgštyje, susidaro druska (geležies(III) chloridas), o tirpalas nusidažo gelsva spalva.

$$Fe_2O_3(k.) + HCl(aq) \rightarrow FeCl_3(aq) + H_2O(s.)$$

Parašykite šios reakcijos joninę ir sutrumpintą joninę lygtis. Jas išlyginkite.

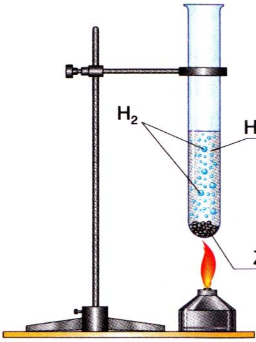
3. Reakcijos su hidroksidais (5.3.3. pav.).

a) Reakcija su natrio hidroksidu.

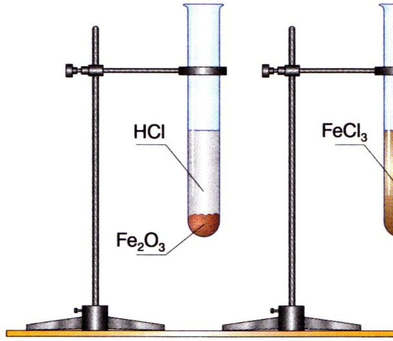
Natrio hidroksido tirpalą nuspalvinkite fenolftaleinu arba metiloranžiniu (galima naudoti gamtinius indikatorius: mėlynių ar aronijų sultis). Atsargiai įpilkite druskos rūgšties tirpalo. Pasikeitus tirpalo spalvai, įvyks neutralizacija.

$$NaOH(aq) + HCl(aq) \rightarrow NaCl(aq) + H_2O(s.)$$

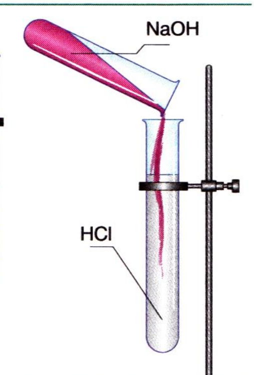
Parašykite šios reakcijos joninę ir sutrumpintą joninę lygtis.



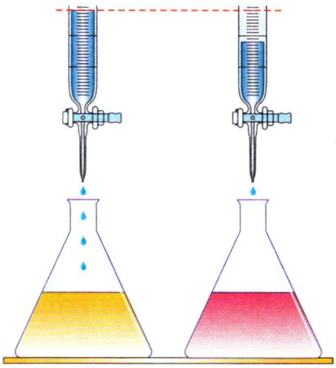
5.3.1 pav. Druskos rūgšties sąveika su metalais



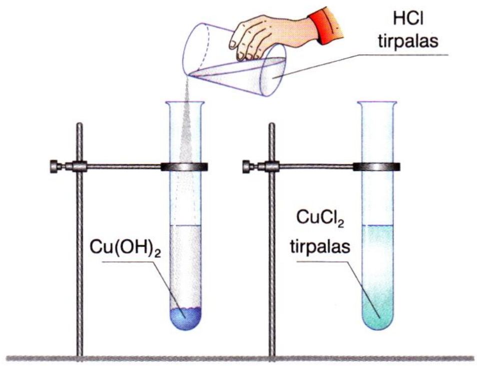
5.3.2 pav. Geležies(III) oksidas tirpsta rūgštyje



5.3.3 pav. Druskos rūgšties sąveika su natrio hidroksidu



5.3.4 pav. Titravimas



5.3.5 pav. Vario(II) hidroksidas tirpsta druskos rūgštyje

Ši reakcija gali būti atliekama norint tiksliai nustatyti natrio hidroksido koncentraciją. Pavyzdžiui, į biuretę įpylus žinomos koncentracijos druskos rūgšties tirpalo ir lašinant jį į nežinomos koncentracijos natrio hidroksido tirpalą, galima apskaičiuoti, kokia buvo natrio hidroksido tirpalo koncentracija. Nuo vieno perteklinio rūgšties lašo tirpalo spalva iškart pasikeičia — tai labai jautrus ir tikslus analizės metodas, vadinamas *titrãvimu* (5.3.4 pav.).

b) Reakcija su vario(II) hidroksidu (5.3.5 pav.).

Netirpus vario(II) hidroksidas nesunkiai ištirpinamas druskos rūgštyje. Reakcijos lygtis

$$Cu(OH)_2(k.) + 2HCl(aq) \rightarrow CuCl_2(aq) + 2H_2O(s.).$$

Parašykite šios reakcijos joninę ir sutrumpintą joninę lygtis.

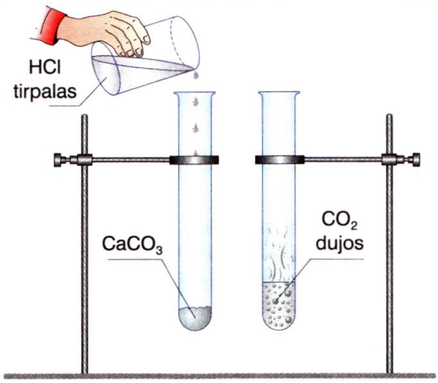
4. Reakcijos su silpnesnių rūgščių druskomis (karbonatais) (5.3.6 pav.).

Druskos rūgštis gali išstumti silpnesnes rūgštis iš jų druskų. Geriausia šią reakciją stebėti, kai naudojami karbonatai. Į mėgintuvėlį ar mažą stiklinaitę įmeskite kelis marmuro gabalėlius arba kreidos. Užpilkite juos nedideliu kiekiu druskos rūgšties. Reakcijos metu skiriasi anglies dioksido CO_2 burbuliukai.

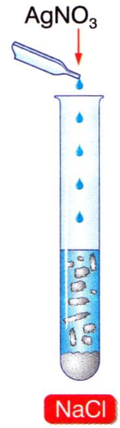
$$CaCO_3(k.) + 2HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + H_2O(s.) + CO_2(d.)$$

Parašykite šios reakcijos joninę ir sutrumpintą joninę lygtis.

CO_2 išsiskyrimas, karbonatus veikiant rūgštimis, yra karbonatų atpažinimo reakcija.



5.3.6 pav. Druskos rūgšties reakcija su karbonatais



5.3.7 pav. Chloridų atpažinimo reakcija

5. *Reakcija su sidabro nitratu (chloridų atpažinimo reakcija)* (5.3.7 pav.). Į druskos rūgšties tirpalą įlašinkite kelis lašus sidabro nitrato tirpalo. Iškart susidarys varškės pavidalo baltos nuosėdos. Šios nuosėdos netirpsta rūgštyse.

$$HCl(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow AgCl(k) + HNO_3(aq)$$

Parašykite šios reakcijos joninę ir sutrumpintą joninę lygtis.

1 Priskirkite laboratorinio darbo metu atliktas reakcijas prie oksidacijos ir redukcijos arba mainų reakcijų. Ką vadiname neutralizacija, kokias reakcijas laikytumėte neutralizacijos reakcijomis (atliktos laboratorinio darbo metu)?

2 Pabraukite oksidus, su kuriais reaguos druskos rūgštis. Parašykite vyksiančių reakcijų lygtis:
a) CaO; b) ZnO; c) SO_3; d) Al_2O_3; e) CO_2; f) SiO_2.

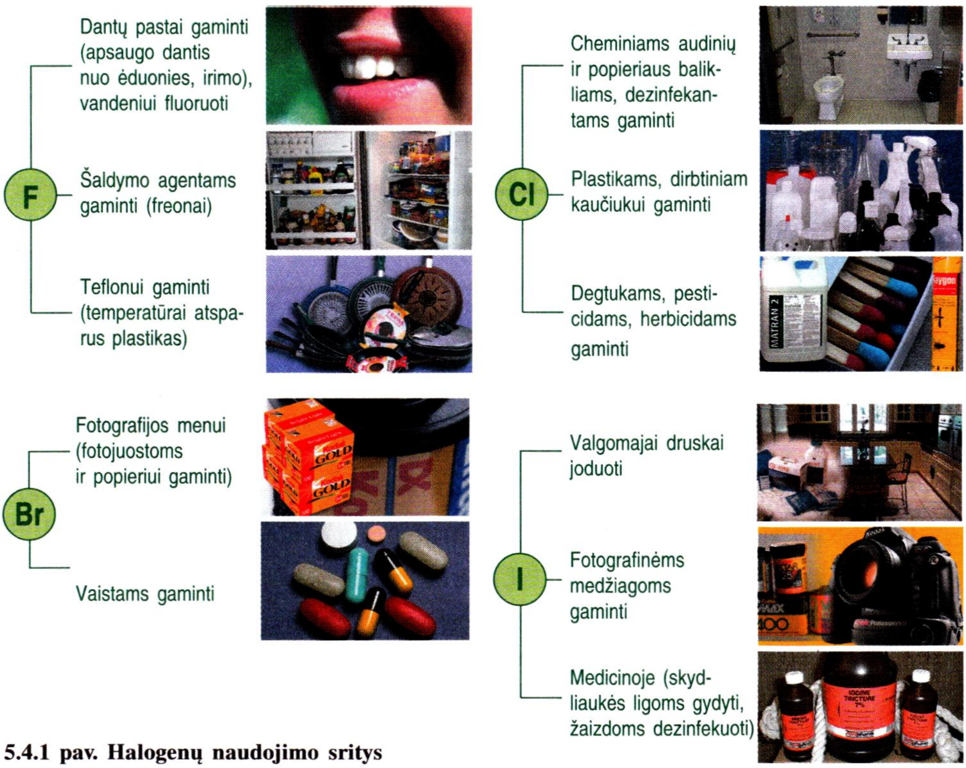
3 Parašykite reakcijų tarp metalų ir druskos rūgšties lygtis, išrinkdami iš pateiktų metalų tuos, su kuriais rūgštis reaguoja (nustatykite pagal metalų įtampų eilę):
Fe; Al; Na; Cu; Mg; Ag; Au.

4 Apskaičiuokite, kokį tūrį 2 mol/l natrio hidroksido tirpalo galima neutralizuoti 500 ml druskos rūgšties tirpalo, kurio koncentracija 0,5 mol/l.

5 Koks tūris dujų (n. s.) išsiskirs veikiant 10 g masės marmuro gabalėlį 50 ml druskos rūgšties tirpalo, kurio koncentracija 6 mol/l?

5.4. Halogenų naudojimas

Halogenų junginiai yra labai svarbūs pramonėje ir buityje. Panagrinėkime žemiau pateiktas schemas ir įsitikinkime, kad be halogenų junginių sunku įsivaizduoti mūsų gyvenimą.



5.4.1 pav. Halogenų naudojimo sritys

Halogenai yra būtini žmogaus gyvybinėms funkcijoms palaikyti (5.4 lentelė).

5.4 lentelė

Halogenų funkcijos žmogaus organizme

Elementas	Šaltinis	Funkcijos	Organizmo sutrikimai, kai trūksta šio elemento
Fluoras F	Jūros produktai, fluoruotas vanduo	Stiprina kaulus, dantis	Dantų ėduonis
Chloras Cl	Druska, sūdyti produktai, mėsa	Padeda virškinti maistą (HCl), palaiko elektriškai neutralų krūvį (NaCl)	Demineralizavimas
Jodas I	Akmens druska, joduotoji druska, jūrų produktai	Skydliaukės hormono tiroksino dalis, reguliuoja kūno energijos naudojimą	Gūžys, arba struma (skydliaukės sutrikimai, padidėjimas)

Valgomoji druska nuo seno yra labai reikalinga maisto produktų sudedamoji dalis. Senovės Romos legionieriai dalį algos gaudavo druska (iš čia kilęs angl. žodis „salary“ — atlyginimas). Rusijoje per iškilmingus pietus druskinės buvo dedamos tik ant kilmingų svečių stalo. Viduramžių Lietuvoje druska buvo viena svarbiausių įsivežamų prekių. Indijoje XX a. pradžioje Mahatma Gandžio iniciatyva druską imta gaminti iš jūros vandens. Tuo norėta įrodyti, kad Indija gali išlikti be Britų imperijos. Druskos viryklos tapo nepriklausomybės simboliu.

Įdomia savybe pasižymi jodas. Jis nuspalvina krakmolą mėlyna spalva. Taip galima atpažinti jodą — jeigu jo yra, krakmolo kleisteris nusidažo mėlyna spalva (5.4.1 pav.).

Šiuo metodu tikrinami obuoliai. Prinokę obuoliai turi daug krakmolo, todėl jodas pakeičia spalvą. Tam reikia perpjauti obuolius ir ant jų minkštimo užlašinti kelis lašus spiritinio jodo tirpalo. Jei obuoliai neprinokę, jodas nudažo obuolio minkštimą tik apie sėklidę, o jei pernokę — nusidažo visas vaisiaus plotas (5.4.2 pav.). Skinti tinka nevisiškai prinokę obuoliai.

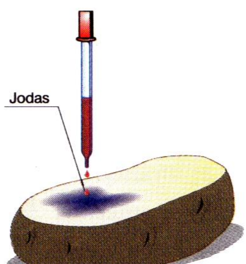
Ši sąveika įdomi chemine prasme. Jodo molekulės įlenda į krakmolo spirales (žr. 21 skirsnį). Tai ne cheminė sąveika, jodo molekulę spiralėje išlaiko silpnos tarpmolekulinės jėgos. Šios jėgos nepaprastai svarbios gyvojoje gamtoje: molekulės sąveikauja viena su kita ir taip „atpažįsta“ viena kitą.

?

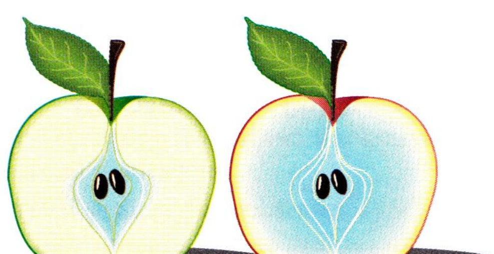
1 Kiek molių natrio chlorido daugiausia galima gauti iš 1 molio natrio ir 2 molių chloro: a) 0,5; b) 1; c) 2; d) 3.

2 Namie atlikite bandymą. Iš tūbelės išspauskite nedaug dantų pastos. Ją gerai išmaišykite mažame kiekyje vandens (pavyzdžiui, šaukštelyje). Įlašinkite acto arba citrinų rūgšties tirpalo (arba kelis lašus citrinos sulčių). Ką pastebėjote? Paaiškinkite šį bandymą.

3 Pasigaminkite nedaug krakmolo kleisterio. Tam šaltame vandenyje išmaišykite nedaug krakmolo (blogiausiu atveju tinka ir miltai). Tada šį mišinį, nuolat maišydami, supilkite į verdantį vandenį. Kleisteriui leiskite ataušti. Jei bus per tirštas, praskieskite jį vandeniu. Tada įlašinkite kelis lašus jodo tinktūros (spiritinio jodo tirpalo). Kaip pasikeitė jodo spalva?



5.4.1 pav. Krakmolo ir jodo sąveika



5.4.2 pav. Obuolių tikrinimas jodu

4 Parašykite lygtis reakcijų, kurių metu galėtų įvykti šie virsmai:

$$Cl_2 \rightarrow HCl \rightarrow NaCl \rightarrow HCl \rightarrow ZnCl_2 \rightarrow AgCl.$$

5 Parašykite lygtis reakcijų, kurių metu galėtų įvykti šie virsmai:

$$I_2 \rightarrow AlI_3 \rightarrow I_2 \rightarrow HI \rightarrow KI \rightarrow KBr.$$

6. VIA GRUPĖS NEMETALAI

6.1. Bendroji elementų charakteristika

Šios grupės elementai yra deguonis, siera, selenas ir telūras. Palyginkime jų sandarą (6.1 lentelė).

6.1. lentelė

VIA grupės elementų atomų sandaros palyginimas

Elementas	Cheminis simbolis	Branduolio krūvis	Elektronų skaičius sluoksniuose	Atomo spindulys, nm	Elektrinis neigiamumas	Oksidacijos laipsnis	
						Neigiamasis	Teigiamasis
Deguonis	O	+8	2; 6	0,066	3,5	–2	+2
Siera	S	+16	2; 8; 6	0,104	2,5	–2	+2; +4; +6
Selenas	Se	+34	2; 18; 6	0,117	2,4	–2	+2; +4; +6
Telūras	Te	+52	2; 8; 18; 18; 6	0,136	2,1	–2	+2; +4; +6

Elementai su metalais ir vandeniliu gali sudaryti junginius, kuriuose jų oksidacijos laipsnis yra –2. Jis būdingiausias deguoniui ir sierai.

$$2\overset{0}{Mg}(k.) + \overset{0}{O}_2(d.) \xrightarrow{2e^-} 2\overset{+2}{Mg}\overset{-2}{O}(k.)$$

Reduktorius | $\overset{0}{Mg} - 2e^- \rightarrow \overset{+2}{Mg}$

Oksidatorius | $\overset{0}{O}_2 + 2e^- \rightarrow 2\overset{-2}{O}$

$$2\overset{0}{Na}(k.) + \overset{0}{S}(k.) \xrightarrow{2 \cdot 1e^-} 2\overset{+1}{Na}_2\overset{-2}{S}(k.)$$

Reduktorius 2 | $\overset{0}{Na} - 1e^- \rightarrow \overset{+1}{Na}$

Oksidatorius | $\overset{0}{S} + 2e^- \rightarrow \overset{-2}{S}$

Siera gali oksiduotis veikiama deguonies, junginyje ji įgyja teigiamąjį oksidacijos laipsnį.

$$\overset{0}{S}(k.) + \overset{0}{O_2}(d.) \xrightarrow{} \overset{+4-2}{SO_2}(d.) \quad (4e^- \text{ nuo } S \text{ prie } O_2)$$

$$\text{Reduktorius} \quad \Big| \quad \overset{0}{S} - 4e^- \rightarrow \overset{+4}{S}$$

$$\text{Oksidatorius} \quad 2 \quad \Big| \quad \overset{0}{O_2} + 2e^- \rightarrow 2\overset{-2}{O}$$

Deguonis teigiamąjį oksidacijos laipsnį turi tik junginyje su fluoru, o siera — su deguonimi ir halogenais. Selenas ir telūras dar lengviau reaguoja su oksidatoriais.

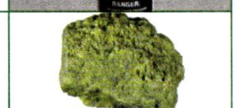
Te Se S O
→
Oksidacinės savybės stiprėja

Didėjant elementų elektriniam neigiamumui, oksidacinės savybės grupėje stiprėja.

Išnagrinėkime šių elementų sandarą, su ja susijusias fizikines ir chemines savybes (6.2 lentelė).

6.2 lentelė

VIA grupės elementų fizikinių savybių palyginimas

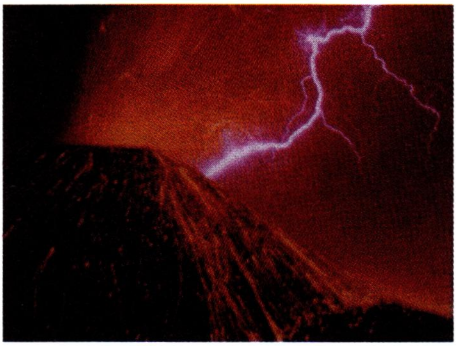
Elementas	Molekulinė formulė	Lydymosi temperatūra, °C	Virimo temperatūra, °C	Pavyzdys
Deguonis	O_2	–219	–183	
Siera	S_8	119	444,5	
Selenas	$(Se)_n$	217	685	
Telūras	$(Te)_n$	450	990	

?

1 Nupieškite sieros ir sulfido jono elektronų išsidėstymo sluoksniais schemą. Palyginkite ją su argono elektronų išsidėstymu.

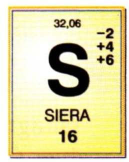
2 Kuriame junginyje cheminiai ryšiai su siera bus poliškesni: a) SO_3; b) SF_6?

3 Siera gali virsti sieros(VI) oksidu tik ypatingomis sąlygomis. Parašykite sieros virsmo sieros(VI) oksidu cheminę lygtį. Ją išlyginkite sulygindami perėjusius elektronus, nurodykite oksidatorių ir reduktorių.



6.2.1 pav. Ugnikalnio išsiveržimas (Kamčiatkos pusiasalis, Rusija)

6.2. Siera



Siera žinoma nuo seniausių laikų. Elementinės, kitaip laisvosios, sieros galima rasti netoli ugnikalnių kraterių. Ji susidaro jiems išsiveržus (6.2.1 pav.) iš vandenilio sulfido H_2S ir sieros(IV) oksido SO_2. Šiems junginiams būdingas specifinis kvapas. Beje, Islandijoje karštas vanduo, gaunamas iš Žemės gelmių, kvepia sulfidais. Todėl ne šiaip sau siera siejama su karščiu alsuojančiu pragaru ir troškiais dūmais.

Siera — vienas labiausiai Žemėje paplitusių elementų (sudaro 0,05 % Žemės plutos masės). Gamtoje siera randama laisva, sulfidų arba sulfatų pavidalu (6.2.2. ir 6.2.3 pav.).



PbS FeS_2 $CuFeS_2$ Sb_2S_3 ZnS

6.2.2 pav. Sulfidai



Elementinė siera S_8 $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ $BaSO_4$

6.2.3 pav. Siera ir sulfatai



6.2.4 pav. Senųjų meistrų drobė

Kaitinama siera jungiasi beveik su visais elementais. Metalams reaguojant su siera, gaunami *sulfidai* — daugiausia vandenyje netirpios medžiagos. Kai kurie jų reaguoja su stipriosiomis rūgštimis (pavyzdžiui, druskomis), tada gaunamas vandenilio sulfidas.

$$FeS(k.) + 2HCl \rightarrow FeCl_2(aq) + H_2S(d.)$$

Geležies(II) sulfidas — Geležies(II) chloridas — Vandenilio sulfidas

Sutrumpinta joninė šios reakcijos lygtis

$$FeS(k.) + 2H^+(aq) \xrightarrow{} Fe^{2+}(aq) + H_2S(d.).$$

(H^+ pereina nuo $2H^+$ prie FeS)

Vandenilio sulfidas — bjauriai dvokiančios (supuvusio kiaušinio kvapo), nuodingos dujos. Jis susidaro vykstant biologiniams procesams: pūvant maistui, dumblui, mėšlui ir kt. Jo visada yra atmosferoje. Vandenilio sulfidas — silpnoji rūgštis. Jis gali reaguoti su baziniais oksidais. Todėl viduramžiais tapyti darbai yra patamsėję — vandenilio sulfidas pakeičia mineralinių dažų (kuriuose yra oksidų) spalvą. Ypač šis reiškinys pastebimas, jei tarp dažų yra švino junginių, naudojamų aliejui sutirštinti (6.2.4 pav.).

Vandeninis vandenilio sulfido tirpalas rodo, jog vyksta rūgštinė reakcija, t. y. sulfidas jonizuojasi.

$$H_2S(d.) \rightleftarrows H^+(aq) + HS^-(aq) \text{ arba}$$

$$H_2S(d.) + H_2O(s.) \rightleftarrows H_3O^+ + HS^-(aq)$$

(H^+ pereina nuo H_2S prie H_2O)

Vandenilio sulfidas (Rūgštis) — Vanduo (Bazė) — Oksonio jonas

Tolesnė jonizacijos lygtis

$$HS^-(aq) \rightleftarrows H^+(aq) + S^{2-}(aq).$$

Taigi rūgštinės vandenilio sulfido savybės yra stipresnės negu vandens.

Elementų grupės rūgštinės vandenilinių junginių savybės stiprėja ilgėjant atomo spinduliui.

Šią savybę turi visi elementai. HI rūgštis stipresnė už HCl, o H_2Se — už H_2S ir t. t.

Deginant sierą, susidaro sieros(IV) oksidas — troškios, vandenyje mažai tirpios dujos. Šios reakcijos lygtis

$$\underset{\text{Siera}}{S(k.)} + O_2(d.) \rightarrow \underset{\text{Sieros(IV) oksidas}}{SO_2(d.)}.$$

Sieros(IV) oksidas taip pat susidaro, kai deginamos metalų rūdos — sulfidai. Pavyzdžiui, cinko sulfido degimo lygtis yra tokia:

$2 \cdot 6e^-$

$$\underset{\text{Cinko sulfidas}}{2Zn\overset{-2}{S}(k.)} + 3\overset{0}{O_2}(d.) \rightarrow \underset{\text{Cinko oksidas}}{2Zn\overset{-2}{O}(k.)} + \underset{\text{Sieros(IV) oksidas}}{2\overset{+4}{S}\overset{-2}{O_2}(d.)}.$$

Reduktorius	2	$\overset{-2}{S} - 6e^- \rightarrow \overset{+4}{S}$
Oksidatorius	3	$\overset{0}{O_2} + 4e^- \rightarrow 2\overset{-2}{O}$

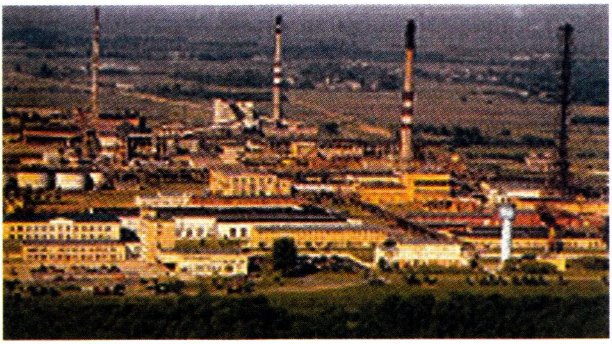
Deginant rūdas, labai teršiama gamta. Ne visų metalurgijos įmonių kaminai turi sieros(IV) oksido gaudykles. Tirpstant sieros(IV) oksidui vandenyje susidaro sulfito rūgštis H_2SO_3. Atmosferoje susidariusi rūgštis gali patekti su lietumi atgal į žemę (taip susidaro rūgštieji lietūs).

Sieros junginių yra naftoje, akmens anglyse, kiek mažiau — gamtinėse dujose. Deginant šį kurą, neišvengiamai susidaro sieros(IV) oksidas. Jei Elektrėnų elektrinė veikia visu pajėgumu, per metus ji gali išmesti iki 100 000 t sieros(IV) oksido.

6.3 lentelė

Išmetamų į atmosferą teršalų kiekis

Medžiaga	Žmogaus veikla	Masė, mln. t per metus	Natūralūs procesai	Masė, mln. t per metus
H_2S	Naftos perdirbimas, srutų rūgimas	3	Ugnikalnių, bakterijų veikla	84
SO_2	Anglių, naftos deginimas, rūdų perdirbimas	212	Ugnikalnių veikla, biologiniai procesai	20



6.2.5. Kėdainių AB „Lifosa“

Kitas sieros oksidas — SO_3 — gaunamas iš sieros(IV) oksido, šį toliau oksiduojant deguonimi, esant katalizatoriui — vanadžio(V) oksidui. Taip sieros(VI) oksidas gaminamas Kėdainiuose (6.2.5 pav.). Ištirpinus šį oksidą vandenyje, gaunama sieros rūgštis.

$2 \cdot 2e^-$

$$\overset{+4}{2SO_2}(d.) + \overset{0}{O_2}(d.) \xrightarrow{V_2O_5} 2\overset{+6-2}{SO_3}(d.)$$

Sieros(IV) oksidas — Sieros(VI) oksidas

Reduktorius	2	$\overset{+4}{S} - 2e^- \rightarrow \overset{+6}{S}$
Oksidatorius		$\overset{0}{O_2} + 4e^- \rightarrow 2\overset{-2}{O}$

$$SO_3(d.) + H_2O(s.) \rightarrow H_2SO_4(aq) + Q$$

Sieros(VI) oksidas — Sieros rūgštis — Šiluma

Šios reakcijos metu išsiskiria milžiniškas šilumos kiekis. Taigi schemiškai sieros rūgšties gamyba Kėdainiuose gali būti išreiškiama taip:

$$S \rightarrow SO_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow H_2SO_4 .$$

Siera į šią gamyklą atvežama iš užsienio arba naudojama Mažeikiuose gauta siera, kuri susidaro valant naftą.

Kaip matyti, kuo teigiamesnis sieros oksidacijos laipsnis, tuo silpnesnės jos redukcinės savybės. Sulfidai yra tik reduktoriai, siera būna reduktorius, vykstant reakcijoms su halogenais ir deguonimi, tačiau su metalais — oksidatorius. Siera(VI) yra tik oksidatorius.

$$\overset{-2}{S} \quad \overset{0}{S} \quad \overset{+4}{S} \quad \overset{+6}{S}$$

Reduktorius ⟶ Oksidatorius

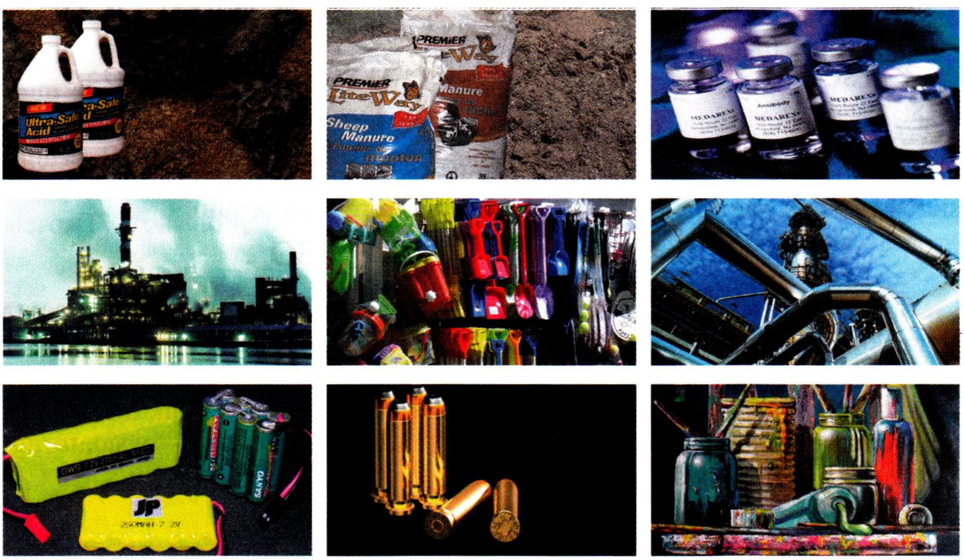
?

1. Parašykite lygtį, kaip kalio sulfidas reaguoja su praskiesta druskos rūgštimi. Ką iš to sužinome apie vandenilio sulfido rūgšties stiprumą?
2. Kiek mažiausiai gramų reikia 20 % sieros rūgšties tirpalo, kad jame visiškai ištirptų 11 g geležies(II) sulfido?
3. Kokį tūrį litrais (n. s.) užims 8 g sieros(IV) oksido?
   a) 2,8; b) 5,6; c) 11,2; d) 22,4.
   Atsakymą pagrįskite skaičiavimais.
4. Parašykite šių junginių degimo reakcijų lygtis, pažymėkite oksidatorių ir reduktorių:
   a) vario(II) sulfido; b) pirito(FeS_2); c) arseno(III) sulfido.
5. 8,7 g cinko sulfido veikiama 200 ml druskos rūgšties tirpalo, kurio koncentracija lygi 3 mol/l. Apskaičiuokite reakcijos metu išsiskyrusių dujų tūrį (n. s.).
6. Parašykite lygtis reakcijų, kurių metu galėtų įvykti šie virsmai:

$$S \rightarrow MgS \rightarrow H_2S \rightarrow CuS \rightarrow SO_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow CaSO_4.$$

6.3. Sieros rūgštis. Sulfatai

Sieros rūgštis — vienas svarbiausių chemijos pramonės produktų. Pagal tai, kiek jos pagaminama, sprendžiama apie valstybės chemijos pramonės pajėgumą. Pasaulyje sieros rūgšties pagaminama apie 140 mln. t kasmet. Lietuvoje iki 1990 m. buvo pagaminama apie 0,5 mln. t. 1994 metais gamyba



6.3.1 pav. Sieros rūgšties H_2SO_4 naudojimo sritys

sumažėjo iki 212 tūkst. t, o 2002 metais jos pagaminta jau 874 tūkst. t. Akcinės bendrovės „Lifosa“ pajėgumas — daugiau kaip 1,1 mln. sieros rūgšties per metus. Iš didžiosios dalies Lietuvoje pagamintos sieros rūgšties gaminamos fosforo trąšos, kita dalis eksportuojama. Daugelyje šalių ji plačiai naudojama chemijos pramonėje (6.3.1 pav.).

Tai viena stipriausių rūgščių. Koncentruota sieros rūgštis (98 %, ρ = = 1,84 g/cm^3) — aliejiškas, klampus, sunkus, gerai sugeriantis vandenį skystis, todėl dažnai naudojamas kaip džioviklis. Tai stiprus oksidatorius, nuo jo anglėja popierius, drabužiai, mediena ir kitos organinės medžiagos.

***1 bandymas** (demonstracinis). Į sieros rūgštį įmerkiama skalelė. Pastebėjote, kad ji apanglėjo. Jei sieros rūgštį sumaišytume su cukraus pudra, po kurio laiko pudra suanglėtų, o jos tūris padidėtų kelis kartus (6.3.2 pav.).*

Karšta koncentruota sieros rūgštis gali tirpinti net tuos metalus, kurie metalų įtampų eilėje yra dešiniau nuo vandenilio ir rūgštyse paprastai netirpsta. Šiuo atveju vandenilis neišsiskiria, bet susidaro sieros(IV) oksidas.

$$Cu(k.) + H_2SO_4(s.) \rightarrow CuSO_4(aq) + SO_2(d.) + 2H_2O(s.)$$

Sieros rūgščiai būdingos visos rūgščių savybės. Praskiesta sieros rūgštis lengvai jonizuojasi sudarydama oksonio jonus.

$$\underset{\text{Sieros rūgštis}}{H_2SO_4(aq)} \rightleftarrows \underset{\text{Vandenilio sulfato jonas}}{HSO_4^-(aq)} + \underset{\text{Oksonio jonas}}{H^+(aq)}$$

Galutinė tokios jonizacijos lygtis yra:

$$\underset{\text{Sieros rūgštis}}{H_2SO_4(aq)} \rightleftarrows \underset{\text{Hidronio jonas}}{2H^+(aq)} + \underset{\text{Sulfato jonas}}{SO_4^{2-}(aq)}.$$

Sulfātai yra sieros rūgšties druskos (todėl sieros rūgštis dar vadinama sulfato rūgštimi). Daug jų tirpsta. Tačiau IIA grupės metalų (išskyrus berilį, magnį) sulfatai yra netirpūs arba mažai tirpūs (žr. tirpumo lentelę vadovėlio pabaigoje). Ši savybė pritaikoma sulfato jonui atpažinti.

***2 bandymas.** Į sieros rūgšties arba natrio sulfato tirpalą įpilkime bario chlorido (arba nitrato) tirpalo. Būkite atsargūs — bario junginiai yra nuodingi, po bandymo būtinai nusiplaukite rankas, stenkitės, kad šių junginių nepatektų į burną. Įpylę bario chlorido, stebėkite, kaip susidaro nuosėdos (6.3.3 pav.). Šios reakcijos bendroji lygtis yra*

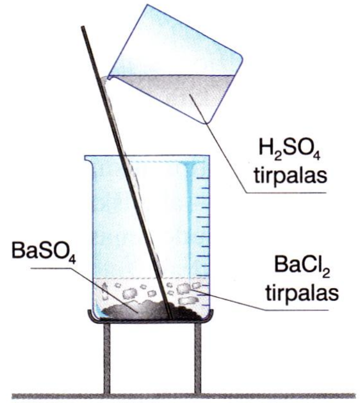
$$H_2SO_4(aq) + BaCl_2(aq) \rightarrow 2HCl(aq) + BaSO_4(k.).$$

Sutrumpinta joninė lygtis

$$Ba^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) \rightarrow BaSO_4(k.).$$



6.3.2 pav. Koncentruota sieros rūgštis veikia cukraus pudrą



6.3.3 pav. Sulfatų atpažinimas

Netirpių bario sulfato $BaSO_4$ nuosėdų susidarymas, veikiant sulfatus bario chlorido arba nitrato tirpalais, yra sulfato jono atpažinimo reakcija.

?

1 Kodėl sieros rūgštis yra vienas svarbiausių chemijos pramonės produktų? Panagrinėkite 6.3.1 paveikslą ir išvardykite sritis, kur naudojama sieros rūgštis.

2 Kodėl sieros rūgštis yra oksidatorius? Tai paaiškinkite apskaičiavę sieros oksidacijos laipsnį sieros rūgštyje.

3 Parašykite bendrąją, joninę bei sutrumpintą joninę natrio sulfato ir bario nitrato reakcijos lygtį.

4 Kailiams išdirbti naudojamas kalio-aliuminio alūnas $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$. Apskaičiuokite metalų oksidacijos laipsnius šiame sudėtiniame sulfate. Apskaičiuokite kristalizacinio vandens masės dalį šiame kristalohidrate.

5 Kuriame iš šių junginių yra didžiausia sieros masės dalis:

a) Na_2SO_3; Natrio sulfitas
b) $Na_2S_2O_3$; Natrio tiosulfatas
c) $Na_2S_4O_6$; Natrio tetrationatas
d) $Na_2S_2O_4$; Natrio ditionitas
e) $Na_2S_2O_8$; Natrio peroksosulfatas

6 Paprastai Kipo aparate CO_2 gaminamas, užpilant marmuro gabalėlius druskos rūgšties tirpalu. Paaiškinkite, kodėl šiuo tikslu nenaudojamas sieros rūgšties tirpalas. Parašykite reakcijų lygtis.

7 Į vieną mėgintuvėlį įpilta bespalvio bario chlorido, į kitą — bespalvio kalio chlorido tirpalo. Pasiūlykite kelis būdus, kaip atpažinti šias medžiagas.

8 1,2 g metalo sureagavo su sieros rūgšties tirpalu ir išsiskyrė 1,12 l (n. s.) vandenilio. Metalo oksidacijos laipsnis sulfate yra +2. Koks tai metalas?

9 Iš 56 m^3 (n. s.) sieros(IV) oksido gaunama 170 kg sieros(VI) oksido. Apskaičiuokite gamybos išeigą.

10 Galutinė sieros rūgšties gamybos (pagal žemiau pateiktą schemą) iš sieros išeiga yra 80 %.

$$S \rightarrow SO_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow H_2SO_4$$

Kiek tonų 98 % sieros rūgšties tirpalo galima gauti iš 64 t sieros?

6.4. Sieros rūgšties tirpalo savybių tyrimas (laboratorinis darbas)

Ištirkite chemines sieros rūgšties savybes, atlikdami šį laboratorinį darbą. Paskui atlikite užduotis, nurodytas skyrelio pabaigoje.

1. Reakcija su metalais.

Į mėgintuvėlį įberkite geležies drožlių. Užpilkite praskiestos sieros rūgšties tirpalo ir stebėkite, kaip skiriasi dujų burbuliukai (6.4.1 pav.). Kokiu būdu galima įrodyti, kad šios dujos yra vandenilis? Šiai reakcijai taip pat tinka cinkas, magnis ir kiti metalai, kurie metalų įtampų eilėje yra kairiau nuo vandenilio.

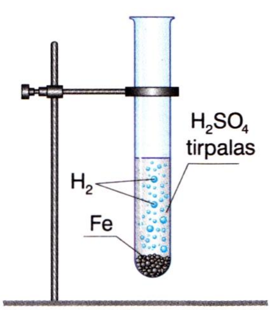
$$Fe(k.) + H_2SO_4(aq) \rightarrow FeSO_4(aq) + H_2(d.)$$

$$\overset{2e^-}{\overbrace{Fe(k.) + 2H^+}}(aq) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + H_2(d.)$$

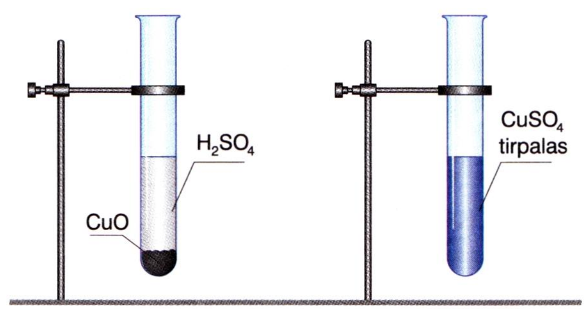
2. Reakcija su baziniais metalų oksidais.

Pašildytas vario(II) oksidas tirpsta sieros rūgšties tirpale ir susidaro spalvotas vario(II) sulfato tirpalas (6.4.2 pav.).

$$CuO(k.) + H_2SO_4(aq) \rightarrow CuSO_4(aq) + H_2O(s.)$$



6.4.1 pav. Sieros rūgšties sąveika su geležies drožlėmis



6.4.2 pav. Vario(II) oksido tirpinimas sieros rūgštyje

Sutrumpinta joninė lygtis

$$CuO(k.) + 2H^+(aq) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + H_2O(s.).$$

3. Reakcija su metalų hidroksidais.

a) Reakcija su šarmais.

Sieros rūgštį galima neutralizuoti natrio hidroksido tirpalu. Šią reakciją stebėkite nudažę sieros rūgšties tirpalą indikatoriumi (tinka metiloranžinis arba koks nors gamtinis indikatorius) (6.4.3 pav.).

$$H_2SO_4(aq) + 2NaOH(aq) \rightarrow Na_2SO_4(aq) + H_2O(s.)$$

Sutrumpinta joninė reakcijos lygtis

$$H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(s.).$$

b) Reakcija su netirpiais hidroksidais.

Aliuminio hidroksidas ir kiti vandenyje netirpūs hidroksidai tirpsta sieros rūgšties tirpale (6.4.4 pav.).

Bendroji reakcijos lygtis

$$2Al(OH)_3(k.) + 3H_2SO_4(aq) \rightarrow Al_2(SO_4)_3(aq) + 6H_2O(s.).$$

Sutrumpinta joninė reakcijos lygtis

$$Al(OH)_3(k.) + 3H^+(aq) \rightarrow Al^{3+}(aq) + 3H_2O(s.).$$

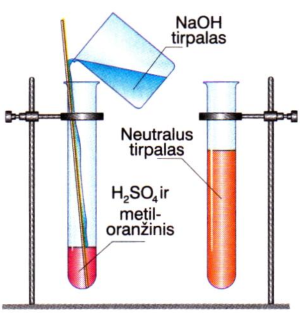
4. Reakcijos su silpnųjų rūgščių druskomis.

Natrio sulfitą veikiant sieros rūgšties tirpalu, išsiskiria sieros(IV) oksido dujos (6.4.5 pav.). (Neturint natrio sulfito, reakcijai galima naudoti natrio karbonatą; gaunamas CO_2.)

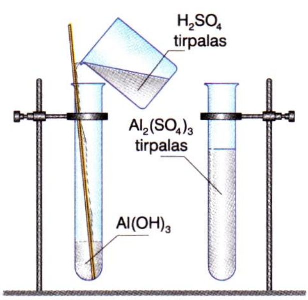
$$\underset{\text{Natrio sulfitas}}{Na_2SO_3(aq)} + H_2SO_4(aq) \rightarrow Na_2SO_4(aq) + \underset{\text{Sulfito rūgštis}}{H_2SO_3(aq)}$$

Susidariusi sulfito rūgštis labai greit skyla, skiriasi sieros(IV) oksidas.

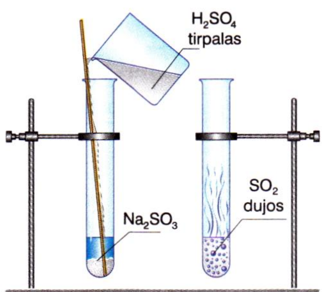
$$H_2SO_3(aq) \rightarrow H_2O(s.) + SO_2(d.)$$



6.4.3 pav. Natrio hidroksido ir sieros rūgšties sąveika



6.4.4 pav. Aliuminio hidroksido tirpinimas sieros rūgštyje



6.4.5 pav. Natrio sulfito ir sieros rūgšties sąveika

Sutrumpinta joninė reakcijos lygtis

$$SO_3^{2-}(aq) + 2H^+(aq) \rightarrow SO_2(d.) + H_2O(s.).$$

5. Mainų reakcijos, susidarant netirpiems sulfatams.

Tarp sieros rūgšties sulfato jonų ir bario jonų (iš bario chlorido) vyksta mainų reakcija. Bendroji reakcijos lygtis

$$H_2SO_4(aq) + BaCl_2(aq) \rightarrow 2HCl(aq) + BaSO_4(k.).$$

Sutrumpinta joninė lygtis

$$Ba^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) \rightarrow BaSO_4(k.).$$

Atlikę laboratorinį darbą, priskirkite reakcijas prie mainų arba oksidacijos-redukcijos reakcijų. Parašykite visų reakcijų jonines lygtis.

?

1 Parašykite lygtis reakcijų, vykstančių tarp sieros rūgšties tirpalo ir: a) aliuminio; b) ličio oksido; c) geležies(III) hidroksido; d) magnio karbonato; e) stroncio nitrato; f) kalio hidroksido.

2 Persirašykite į sąsiuvinius ir pabraukite tuos oksidus, su kuriais reaguoja sieros rūgšties tirpalas:
a) FeO; b) SO_2; c) SiO_2; d) N_2O_5; e) CO; f) Al_2O_3.
Parašykite reakcijų lygtis.

3 Su kuriais iš šių metalų reaguoja sieros rūgšties tirpalas, susidarant vandeniliui:
a) Mg; b) Cr; c) Au; d) Cu; e) Sn; f) Fe; g) Ag; h) Al; i) Hg?
Parašykite reakcijų lygtis.

4 Parašykite lygtis reakcijų, kurių metu galėtų įvykti šie virsmai:

$$H_2SO_4 \rightarrow SO_2 \rightarrow S \rightarrow H_2S \rightarrow CuS \rightarrow SO_2 \rightarrow SO_3.$$

5 Parašykite lygtis reakcijų, kurių metu galėtų įvykti šie virsmai:

$$S \rightarrow SO_2 \rightarrow Na_2SO_3 \rightarrow SO_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4.$$

6 Baikite pildyti lentelę:

Reaguojančioji medžiaga	Medžiagos masė, g	Sieros rūgšties masė, g	Susidaręs sulfatas	Susidariusio sulfato masė, g	Kitos susidariusiosios medžiagos	Jų masė, g, arba tūris, l, (n. s.)
Zn	6,54					2,24 l
	11,2		K_2SO_4		H_2O	3,6 g
$MgCO_3$		9,8			H_2O ir ...	... g ir 2,24 l
$BaCl_2$				4,66		
		4,9	$FeSO_4$		H_2O	0,9 g

7 400 ml natrio sulfato, kurio koncentracija 2 mol/l, sumaišyta su bario chlorido tirpalo pertekliumi. Reakcijos išeiga yra 95 %. Kiek gramų nuosėdų susidarė?

7. VA GRUPĖS ELEMENTAI

7.1. Bendroji elementų charakteristika

Šiai grupei priklauso azotas, fosforas, arsenas. Jų elektronų sluoksnių sandara pateikiama 7.1 lentelėje.

7.1 lentelė

VA grupės elementų atomų sandaros palyginimas

Elementas	Cheminis simbolis	Branduolio krūvis	Elektronų skaičius sluoksnyje	Atomo spindulys, nm	Elektrinis neigiamumas	Oksidacijos laipsnis	
						Neigiamasis	Teigiamasis
Azotas	N	+7	2; 5	0,075	3,0	–3	+2; +3; +4; +5
Fosforas	P	+15	2; 8; 5	0,106	2,1	–3	+3; +5
Arsenas	As	+33	2; 8; 18; 5	0,12	2,0	–3	+3; +5

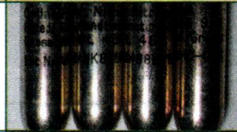
Šiems elementams būdingesnis teigiamasis oksidacijos laipsnis. Žinoma tik nedaug junginių, kuriuose elementų oksidacijos laipsnis yra neigiamas. Palyginus VIIA, VIA, ir VA grupių elementus nemetalus, matyti, kad

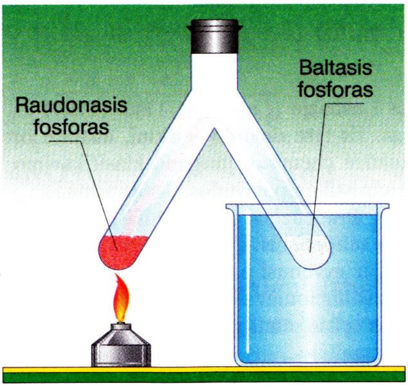
periodųose elementų oksidacinės savybės stiprėja iš kairės į dešinę, didėjant elektriniam neigiamumui.

Nuo elementų atomų sandaros priklauso šių elementų fizikinės savybės (7.2 lentelė).

7.2 lentelė

VA grupės elementų fizikinių savybių palyginimas

Elementas	Lydymosi temperatūra, °C	Virimo temperatūra, °C	Pavyzdys
Azotas	–210	–195,8	
Fosforas	44,2	280,5	
Arsenas	817	615 (sausai išgaruoja)	



7.1.1 pav. Raudonojo fosforo virtimas baltuoju

Žinomiausios fosforo alotropinės atmainos yra baltasis ir raudonasis fosforas. Jų savybės smarkiai skiriasi (7.1.1 pav.).

Baltasis fosforas P_4 — labai nuodingas, ore užsidega savaime, šaltai švyti. Raudonasis (juo padengtos degtukų dėžučių sienelės) yra mažiau nuodingas ir savaime neužsidega.

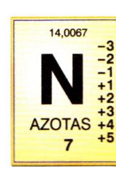
Cheminės reakcijos, kurių metu pastebimas šaltas švytėjimas, vadinamos chemiliuminescencijos reakcijomis.

Žinoma atvejų, kai naktį kapinėse ar laukuose pastebėta blausių žaltvykslės šviesų. Tai gali būti paaiškinama grindžiant fosfano PH_3, susidarančio pūvant medžiagoms, savaiminio degimo reakcija. Žaltvykslė atrodo tarsi laukuose klaidžiojantis vaiduoklis. Šio dujinio junginio degimas yra chemiliuminescencijos reakcija. Tokio pat tipo reakcijos vyksta jonvabalių pilveliuose. Tai fermento katalizuojami pilvelyje esančio liuciferino virsmai.

?

1. Kokie oksidacijos laipsniai būdingi VA grupės nemetalams? Kuriuose junginiuose pasireiškia jų oksidacinės savybės?
2. Kaip kinta elementų oksidacinės savybės perioduose, grupėse? Pateikite pavyzdžių.
3. Brėžiant degtuką, pastebimas silpnai švytintis pėdsakas. Kuo tai paaiškinti?
4. Parašykite baltojo fosforo degimo lygtį, pažymėkite oksidatorių ir reduktorių.
5. Parašykite žaltvykslės švytėjimo reakciją (fosfanas savaime sudega ore).

7.2. Azotas



Pirmas gryną azotą 1786 m. gavo A. Lavuazjė. Šio elemento pavadinimas kilęs iš gr. *azoos* — „nepalaikąs gyvybės“. Azotas buvo vadinamas „sugadintu oru“, nes jis lieka sudegus medžiagoms ir sureagavus oro deguoniui. Vėliau nustatyta, kad šio elemento yra įvairiuose junginiuose: amoniake, nitratuose ir kt.



A. L. Lavuazjė

Antuanas Loranas Lavuazjė (*Lavoisier;* 1743—1794) — prancūzų chemikas. Jis tyrė degimo reiškinį, nustatė oro, vandens sudėtį, sukūrė cheminių junginių klasifikavimo sistemą, padėjo atomistikos pagrindus. Jo atradimai nepaprastai svarbūs. Prancūzijos monarchija paskyrė jį vadovauti parako sandėliams. Deja, užėmusį aukštą visuomeninę padėtį ir gyvenusį pasiturinčiai chemiką įtūžę Prancūzijos revoliucionieriai priskyrė „liaudies priešams". Tikėjusio teisingumu genialaus mokslininko galvos giljotina nepagailėjo...

Azoto junginiai žinomi nuo seno. Viduramžiais Europa jau mokėjo gaminti paraką iš salietros (nitratų). Dar kunigaikščio Kęstučio laikais paraką patrankoms naudojo ir Lietuvos kariuomenė. Tuo metu salietra gaminta iš gyvulių išmatų, anglių ir klinčių ($CaCO_3$). Toks mišinys keletą metų buvo pūdomas, paskui virinamas su vandeniu didžiuliuose kubiluose. Taip išsiskirdavo salietra.

Azotas sudaro didžiausią oro dalį (78 % jo tūrio, 7.2.1 pav.). Molekulės formulė N_2. Molekulės atome susijungia trigubuoju ryšiu. Dėl stiprios sąveikos molekulėje azotas yra labai inertiškas — net 3000 °C temperatūroje tik 0,1 % azoto suskyla į atomus. Azotas nepalaiko degimo, labai sunkiai oksiduojamas. Nedaug azoto(II) oksido susidaro perkūnijos metu (7.2.2 pav.).

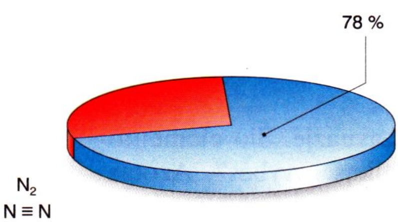
$$\overset{2 \cdot 2e^-}{N_2(d.) + O_2(d.)} \rightarrow 2NO(d.)$$

Reduktorius — N_2; Oksidatorius — O_2; Azoto(II) oksidas — NO

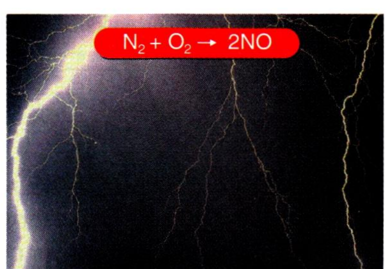
Azoto(II) oksidas tuojau reaguoja su oro deguonimi, virsta rudu, aštraus kvapo, nuodingu azoto(IV) oksidu.

$$\overset{2 \cdot 2e^-}{2NO(d.) + O_2(d.)} \rightarrow 2NO_2(d.)$$

Reduktorius — NO; Oksidatorius — O_2; Azoto(IV) oksidas — NO_2



7.2.1 pav. Azoto dalis ore



7.2.2 pav. Azoto oksidų susidarymas

Azoto(IV) oksidas gali reaguoti su vandeniu, esant deguonies, ir virsti azoto rūgštimi (azotas (+4) toliau oksiduojasi).

$$\overset{+4}{4NO_2}(d.) + O_2(d.) + 2H_2O(s.) \rightarrow \overset{+5}{4HNO_3}(d.) \quad (4 \cdot e^-)$$

Azoto(IV) oksidas — Reduktorius; O_2 — Oksidatorius; HNO_3 — Azoto rūgštis

Po perkūnijos su lietumi labai praskiesta azoto rūgštis, patekusi į dirvą, virsta trąša. Visi augalai turi baltymų, kuriuose yra azoto. Taigi azotas augalams būtinas, tačiau tiesiai iš oro jo augalai negali įsisavinti. Yra augalų, pavyzdžiui, ankštiniai, prie kurių šaknų gyvena azotą palaikančios bakterijos, paverčiančios oro azotą įsisavinamais junginiais. Savo ruožtu augalai bakterijoms „dovanoja" angliavandenius, kurių jos pačios pasigaminti negali. Tai gamtos harmonija. Jau seniai žinoma, kad, patręšus dirvą mėšlu, augalai geriau auga. Pūvant mėšlui, rūgstant srutoms, susidaro aštraus kvapo dujinis amoniakas NH_3. Jį augalai lengvai įsisavina.

Mes azoto gauname valgydami daug baltymų turintį maistą — mėsą, žuvį, daržoves ir kt. (7.2.3 pav.).



7.2.3 pav. Baltymų turintys maisto produktai

Plėtojantis pramonei, į orą vis daugiau išmetama azoto oksidų. Kartais galima pastebėti nuo chemijos gamyklos kamino tįstantį rudą srautą. Tai ypač nuodingas aplinkos teršalas — azoto(IV) oksido dujos, vadinamos „lapės uodega". Azoto oksidai kenkia sveikatai, dėl jų smarkiai rūgštėja lietus. Aukštai skraidantys lėktuvai naikina ozono sluoksnį, nes ozonas reaguoja su išmetamais azoto oksidais, susidariusiais kartu su kitais kuro degimo produktais.

$$\overset{+2}{NO}(d.) + O_3(d.) \rightarrow \overset{+4-2}{NO_2}(d.) + O_2(d.) \quad (2 \cdot e^-)$$

Azoto(II) oksidas — Reduktorius; Ozonas — Oksidatorius; NO_2 — Azoto(IV) oksidas

Palyginę chemines azoto ir jo junginių savybes, pastebėsime dėsningumą.

Reduktorius	$\overset{-3}{N}$	$\overset{0}{N}$	$\overset{+2}{N}$	$\overset{+3}{N}$	$\overset{+4}{N}$	$\overset{+5}{N}$	Oksidatorius

$$\xrightarrow{\hspace{6cm}}$$

Oksidacijos laipsnis didėja

Azoto junginiai, turintys nulinį oksidacijos laipsnį, gali būti ir oksidatoriai, ir reduktoriai, o turintys didžiausią teigiamąjį laipsnį — tik oksidatoriai, didžiausią neigiamąjį laipsnį — tik reduktoriai.

Didelį kiekį azoto oksidų Lietuvoje išmeta mazutą naudojančios šiluminės elektrinės ir transportas. Išsivysčiusiose šalyse azoto oksidai, susidarę deginant degalus, redukuojami į nekenksmingą azotą; tuo tikslu naudojami specialūs įtaisai (katalizatoriaus vamzdeliai). Vis daugiau automobilių gaminami su tokia įranga.

?

1 Lotyniškas azoto pavadinimas — *nitrogenium* — „sudarantis salietrą“. Paaiškinkite, su kokiais junginiais susijęs šis pavadinimas.

2 Kodėl azoto oksidai išsiskiria tik perkūnijos metu?

3 Aštuntajame ir devintajame praeito šimtmečio dešimtmetyje vienu metu keliose šalyse (SSSR, Anglijoje, Prancūzijoje) buvo kuriami aukštai skraidantys viršgarsiniai lėktuvai („Konkordas“, TU-144 ir kt.). Dabar tokie lėktuvai nebenaudojami. Paaiškinkite, kuo jie pavojingi.

4 Azotas aukštoje temperatūroje gali reaguoti su aktyvesniais metalais. Vykstant reakcijai, susidaro nitridai (jono krūvis N^{3-}). Parašykite lygtis reakcijų, kurios vyksta tarp azoto ir šių metalų: a) natrio; b) kalcio; c) aliuminio.

5 Apskaičiuokite, koks tūris amoniako gali sureaguoti su 0,5 l druskos rūgšties tirpalo (ρ = 1,19 g/cm^3), kurio koncentracija — 36 %.

6 Redukuojant azoto(II) oksidą vandeniliu, gaunamas azotas ir vanduo. Parašykite oksidacijos-redukcijos lygtį.

7 Dviejuose litruose vandens, leidžiant deguonį, tirpinamas 1 l azoto(IV) oksido. Kokia bus gautos azoto rūgšties koncentracija moliais litrui (mol/l)? Tirpalo tūrio pokyčio nepaisykite.

8 Parašykite lygtis reakcijų, kurių metu galėtų vykti šie virsmai:

$$N_2 \rightarrow NO \rightarrow NO_2 \rightarrow HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3.$$

7.3. Amoniakas ir azoto rūgštis

Vandeniniu amoniako tirpalu (amoniakiniu vandeniu), kaip silpna bazine medžiaga, senovėje buvo dažoma vilna. Amoniaką gerai žinojo ir vaistininkai. Jis susidaro visur, kur pūva azoto turinčios medžiagos (pavyzdžiui, mėšlas). Amoniako yra Jupiteryje, Saturne. Manoma, kad Žemės atmosferoje kadaise taip pat buvo amoniako.

Pirmasis amoniaką iš amonio chlorido išskyrė anglų mokslininkas Dž. Pristlis. Vėliau prancūzų mokslininkas K. Bertolė (*Berthollet*) nustatė amoniako sudėtį. Tik 1901 m. prancūzų chemikas Le Šateljė (*Le Chatelier*) gavo patentą amoniakui gaminti iš oro azoto ir vandenilio. Po 12 metų vokiečių chemikai F. Haberis (*Haber*) ir K. Bošas (*Bosch*) tokį būdą įdiegė pramonėje. Už šiuos darbus mokslininkai apdovanoti Nobelio premija.

Nors amoniaką mokėta išskirti seniai, tačiau tik 1913 m. Vokietijoje pirmąkart šią medžiagą imta gaminti pramoniniu būdu, oro azotą jungiant su vandeniliu.

Tokiu pat būdu amoniakas gaminamas Lietuvoje, Jonavos azoto trąšų įmonėje „Achema“. Pirmiausia iš metano dujų išskiriamas vandenilis, paskui jis jungiamas su atskirtu nuo deguonies azotu.

Gamybos schema:

$$\overset{6 \cdot e^-}{\underset{\text{Azotas}}{N_2(d.)} + 3H_2(d.)} \xrightarrow{\text{katal.}} \underset{\text{Amoniakas}}{2NH_3(d.)}$$

Šiai reakcijai reikalingas katalizatorius — akyta, koryta geležis, turinti kalio ir aliuminio oksidų priemaišų. Katalizatoriaus atradimo istorija rodo, koks svarbus reakcijai yra tinkamai parinktas katalizatorius.

Nuo 1903 m. iki 1919 m. buvo išbandyta daugiau negu 4000 medžiagų, kurios galėtų katalizuoti šią reakciją. Tarp jų uranas, osmis, platina...

Tuo pačiu metu vyksta ir atvirkštinė reakcija.

$$\underset{\text{Amoniakas}}{2NH_3(d.)} \rightarrow \underset{\text{Azotas}}{N_2(d.)} + \underset{\text{Vandenilis}}{3H_2(d.)}$$

Vadinasi, ši reakcija yra *grįžtamóji*, t. y. vykstanti ir į vieną, ir į kitą pusę. Nusistovėjus pusiausvyrai, pradinių ir susidariusiosios medžiagos (amoniako) kiekiai reakcijos mišinyje yra pastovūs. Kiek amoniako susidaro, tiek pat ir suskyla. Todėl gautas amoniakas turi būti šalinamas iš reakcijos mišinio.

Amoniakas — lengvai suskystinamos dujos ($t_{vir.}$ = –33,4 °C). Todėl juo gali būti pripildomi šaldymo prietaisai vietoj freono.

Skystą amoniaką galima saugoti ir vežti kaip suskystintas dujas — balionuose, cisternose.

1988 m. Lietuvoje įvyko viena didžiausių mūsų chemijos pramonės katastrofų. Jonavos azoto trąšų gamykloje sugriuvo talpykla, kurioje buvo saugoma 7 000 t skysto amoniako. Didžiulis troškių dujų debesis keletą dienų klajojo virš Jonavos ir Ukmergės rajonų, kol pagaliau išsisklaidė atmosferoje. Per šią katastrofą žuvo žmonių, nemažai apsinuodijo.

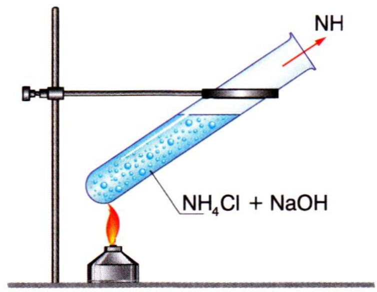
Dėl aštraus kvapo amoniako tirpalas naudojamas medicinoje — jo duodama pauostyti apalpusiems žmonėms.

Amoniakas — bazė, kurios savybes nagrinėjote IX klasėje. Vandenyje ištirpęs amoniakas jonizuojasi, susidaro hidroksido jonų, juos galima atpažinti indikatoriumi.

$$\underset{\text{Amoniakas}}{NH_3(d.)} + H_2O(s.) \rightleftarrows \underset{\text{Amonio jonas}}{NH_4^+} + \underset{\text{Hidroksido jonas}}{OH^-}$$

Laboratorijoje amoniaką galima gauti iš amonio druskų (amonio chlorido arba sulfato), kaitinamų su hidroksidais.

***1 bandymas.** Amonio druskos tirpalą sumaišykime su natrio hidroksido tirpalu. Gautą mišinį pašildykime, mėgintuvėlį įmerkę į verdantį vandenį. Atsargiai pauostykime išsiskiriančias dujas (7.3.1 pav.). Vyksta reakcija.*



7.3.1 pav. Amoniako susidarymas

$$\underset{\text{Amonio chloridas}}{NH_4Cl\ (aq)} + NaOH(aq) \rightarrow \underset{\text{Amoniakas}}{NH_3(d.)} + \underset{\text{Natrio chloridas}}{NaCl(aq)} + H_2O(s.)$$

$$\underset{\text{Rūgštis}}{NH_4^+(aq)} + \underset{\text{Bazė}}{OH^-(aq)} \xrightarrow{} \underset{\text{Amoniakas}}{NH_3(d.)} + H_2O(s.) \quad (H^+ \text{ pereina nuo } NH_4^+ \text{ prie } OH^-)$$

Tai rūgšties (NH_4^+) ir bazės (hidroksido jono) OH^- reakcija. OH^- jonas nuo rūgšties atskelia vandenilio joną. Susidariusi silpnoji bazė NH_3 pavirinus išgaruoja iš tirpalo (žr. 7.3.1 pav.). Tokia pat reakcija vyksta reaguojant amonio druskoms su $Ca(OH)_2$ (kalkėmis).

Amoniako išsiskyrimas, šildant amonio druskas su hidroksidais, yra amonio druskų atpažinimo reakcija.

Kadangi azoto oksidacijos laipsnis amoniake yra –3, šis junginys — geras reduktorius.

Amoniakas dega.

$$\underset{\text{Amoniakas}}{4NH_3(d.)} + \underset{\text{Deguonis}}{3O_2(d.)} \rightarrow \underset{\text{Azotas}}{2N_2(d.)} + 6H_2O(s.) \quad (6 \cdot 2e^- \text{ nuo } NH_3 \text{ prie } O_2)$$

Amoniakas gali būti oksiduojamas iki azoto(II) oksido tik tada, kai yra brangus platinos-rodžio katalizatorius.

$$10 \cdot 2e^-$$

$$4NH_3(d.) + 5O_2(d.) \rightarrow 4NO(d.) + 6H_2O(s.)$$

Amoniakas Deguonis Azoto(II) oksidas

Iš azoto(II), toliau jį oksiduojant, gaminama azoto rūgštis.

$$4 \cdot e^-$$

$$2NO(d.) + O_2(d.) \rightarrow 2NO_2\ (d.)$$

Azoto(II) oksidas Azoto(IV) oksidas

$$4 \cdot e^-$$

$$4NO_2(d.) + O_2(d.) + 2H_2O(s.) \rightarrow 4HNO_3(s.)$$

Azoto(IV) oksidas Azoto rūgštis

Azoto rūgšties gavimo schema:

$$N_2 \rightarrow NH_3 \rightarrow NO \rightarrow NO_2 \rightarrow HNO_3.$$

Taip azoto rūgštis gaminama Jonavos azoto trąšų įmonėje „Achema".

Azoto rūgštyje azoto oksidacijos laipsnis yra +5. Vadinasi, ši rūgštis — stiprus oksidatorius. Ji tirpina metalus, esančius metalų įtampų eilėje į dešinę nuo vandenilio, t. y. tokius metalus kaip varis, gyvsidabris, kurie kitose rūgštyse (druskos, sieros ir pan.) netirpsta. Vykstant reakcijai tarp azoto rūgšties ir metalų, vandenilis nesusidaro. Azoto rūgštis redukuojasi iki azoto oksidų (arba iki kitų azoto junginių). Azoto rūgštis netirpina aukso, platinos ir kitų platinoidų. Tokie metalai gali būti ištirpinti tik azoto ir druskos rūgščių mišinyje (karališkajame vandenyje).

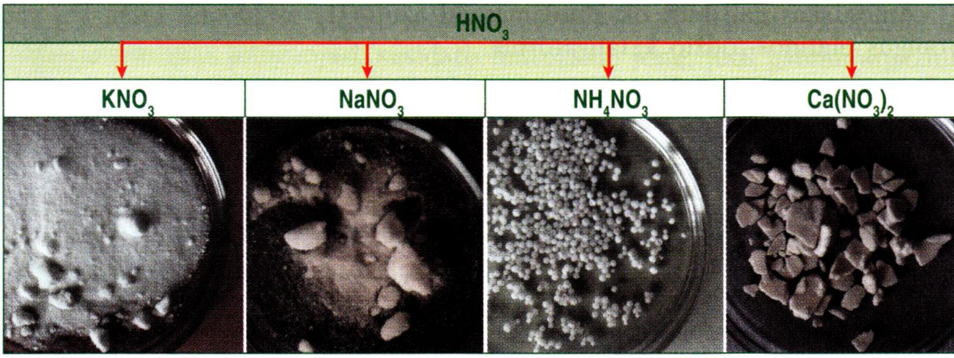
Azoto rūgšties ir druskos rūgščių mišinys (1 : 3) vadinamas karališkuoju vandeniu. Jis tirpina visus metalus, tarp jų ir platiną bei auksą, nes šie nereaguoja su azoto rūgštimi.

2 bandymas. *Azoto rūgščiai (koncentruotai) reaguojant su metalu variu, išsiskiria rudos azoto(IV) oksido dujos.*

$$2 \cdot e^-$$

$$4HNO_3(s.) + Cu(k.) \rightarrow Cu(NO_3)_2(aq) + 2NO_2(d.) + 2H_2O(s.)$$

Oksidatorius	2	$\overset{+5}{N} + e^- \rightarrow \overset{+4}{N}$	(redukcija)
Reduktorius		$\overset{0}{Cu} + 2e^- \rightarrow \overset{+2}{Cu}$	(oksidacija)



a *b* *c* *d*

7.3.2 pav. Nitratai:
a — kalio; *b* — natrio; *c* — amonio; d — kalcio

Azoto rūgštis turi kitų rūgštims būdingų savybių. Ji reaguoja su baziniais oksidais, hidroksidais, kitomis bazėmis (karbonatais, amoniaku ir pan.).

Iš azoto rūgšties gaminami *nitrātai* (7.3.2 pav.). Technikoje jie vadinami salietromis.

Iš amoniako, veikiant CO_2, gaminamas karbamidas.

$$2NH_3 + CO_2 \rightarrow (NH_2)_2CO + H_2O$$

Taip karbamidas gaminamas Jonavos įmonėje „Achema“. Karbamido yra žinduolių šlapime. Jam rūgstant, susidaro amoniakas.

?

1 Kokios reakcijos yra grįžtamosios? Pateikite pavyzdžių.

2 Parašykite bendrąsias ir jonines reakcijų lygtis, kai amoniakas reaguoja su: a) sieros rūgštimi; b) vandenilio chloridu; c) fosforo rūgštimi; d) azoto rūgštimi.

3 Parašykite po dvi lygtis reakcijų, kuriomis įrodytumėte:
a) bazines amoniako savybes; b) rūgštines azoto rūgšties savybes.

4 Parašykite bendrąsias ir jonines lygtis reakcijų, kurios vyksta šildant:
a) amonio nitratą su kalcio hidroksidu; b) amonio sulfatą su kalio hidroksidu; c) amonio fosfatą su natrio hidroksidu.

5 Parašykite bendrąsias ir jonines lygtis reakcijų, kurios vyksta azoto rūgščiai reaguojant su:
a) kalcio hidroksidu; b) geležies(III) oksidu.

6 Parašykite lygtis oksidacijos-redukcijos reakcijų, kurioms vykstant, koncentruota azoto rūgštis sąveikauja su:
a) cinku; b) geležimi (susidaro geležies(III) nitratas).

7 Apskaičiuokite, koks tūris amoniako (n. s.) išsiskirs, kai 10,7 g amonio chlorido sureaguos su kalcio hidroksidu.

8 Koks tūris amoniako susidarys (n. s.), kai 13,2 g amonio sulfato sureaguos su 5,6 g kalio hidroksido?

9 Kiek gramų aliuminio nitrato gautume, jeigu 10,2 g aliuminio oksido sureaguotų su 200 ml azoto rūgšties tirpalo, kurio masės dalis 3 mol/l?

10 Apskaičiuokite, kokio tūrio amoniako garų debesis susidarė per avariją Jonavoje iš 7000 t amoniako. Amoniako kvapas ore juntamas, kai ten jo yra 0,0005 mg/l. Apskaičiuokite užteršto oro tūrį.

11 500 ml vandens ištirpinta 2,24 l (n. s.) amoniako. Apskaičiuokite molinę amoniako tirpalo koncentraciją. Tirpalo kintančio tūrio nepaisykite.

12 600 m^3 vandenilio paverčiama 100 m^3 amoniako (n. s.). Kokia yra šios reakcijos išeiga?

13 Į 210 ml azoto rūgšties tirpalo, kurio masės dalis 60 % (ρ = 1,4 g/cm^3), buvo leidžiama dujinio amoniako, kol tirpalas pasidarė neutralus. Kiek gramų amonio nitrato susidarė? Reakcijos išeiga 89,3 %.

14 Koks tūris amoniako (n. s.) išsiskyrė kaitinant 13,2 g amonio sulfato su natrio hidroksidu (pertekliumi)? Reakcijos išeiga 75 %.

15 Parašykite lygtis reakcijų, kurių metu galėtų įvykti šie virsmai:

$$N_2 \rightarrow NH_3 \rightarrow NO \rightarrow NO_2 \rightarrow HNO_3 \rightarrow NO_2.$$

16 Parašykite lygtis reakcijų, kurių metu galėtų įvykti šie virsmai:

$$NH_3 \rightarrow (NH_4)_2SO_4 \rightarrow NH_3 \rightarrow N_2 \rightarrow Mg_3N_2.$$

7.4. Trąšos

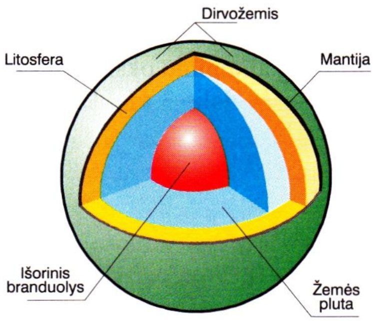
Per daugelį metų Žemės paviršiuje susiformavo dirvožemis — viršutinis Žemės plutos sluoksnis, kuriame gali augti augalai (7.4.1 pav.). Manoma, kad 20 cm gylio ariamos žemės sluoksnis subręsta tik per 4—6 tūkstančius metų. Dirvožemyje anglies, azoto ir vandenilio yra gerokai daugiau negu Žemės plutoje (7.4.2 pav.).

Natūraliuose, nesukultūrintuose dirvožemiuose auga ir gyvena daug įvairių rūšių augalų bei gyvūnų. Iš žemės jie paima būtinus cheminius elementus, juos perdirba į maisto medžiagas, o paskui jas grąžina žemei. Supuvę augalai yra gera trąša. Tačiau ilgą laiką vienoje vietoje auginami tie patys augalai ima skursti (7.3 lentelė), todėl reikalinga sėjomaina. Jau seniai pastebėta, kad javai gerai auga po ankštinių augalų, kopūstai — po bulvių ir t. t. Augalai iš dirvos paima skirtingus mitybos elementus.

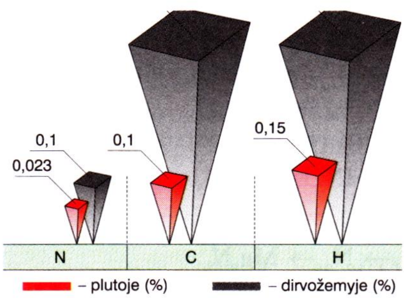
Labiausiai augalams reikia azoto, fosforo, kalio, kalcio ir magnio. Tai *makroelemeñtai* (7.4.3 pav.).

Organinių trąšų (pūdinio, mėšlo ir kt.) augalams nepakanka, todėl jau praeito amžiaus pradžioje imta gaminti chemines trąšas.

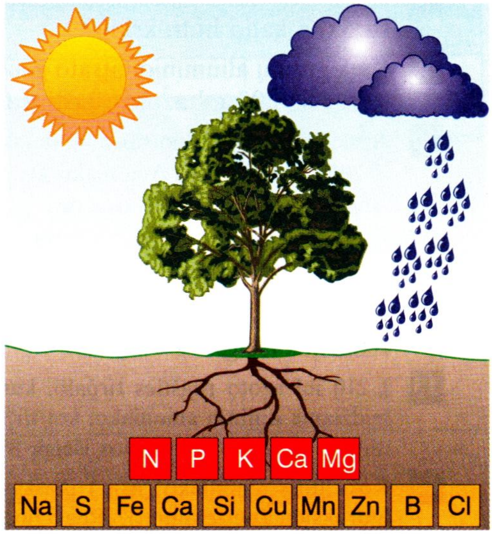
Pagrindinės trąšos yra šios: azoto, fosforo ir kalio.



7.4.1 pav. Žemės sandara



7.4.2. pav. Cheminiai elementai Žemės plutoje ir dirvožemyje



7.4.3. pav. Makro- ir mikroelementai dirvožemyje

7.3 lentelė

Požymiai, kai augalams trūksta mitybos elementų

Elementas	Kai šio elemento trūksta
N	Lapai blyškūs, augalai blogai auga. Anksti nukrinta lapai. Labai sumažėja derlius.
P	Blogai auga ūgliai ir šaknys. Pakraščiuose gelsta lapai. Augalai vėliau žydi, vėliau bręsta derlius. Derlius negausus
K	Ant lapų atsiranda negyvų audinių dėmių. Lapai gelsta. Augalai neauga, derlius negausus
B	Žūsta ūgliai, blogai auga šaknys. Būna mažai žiedų ir sėklų
Cu	Nuvysta ūgliai, pagelsta arba nukrinta lapai
Fe	Tarp gyslų gelsta lapai
Mn	Ant lapų atsiranda nunykusių audinių ruožų
Mo	Augalai nustoja augę. Lapai būna blyškūs arba gelsvi
Zn	Augalai nustoja augę, sumažėja sėklų

Trąšų klasifikavimas

Trąšos

Paprastosios	**Sudėtinės**	**Kompleksinės**
Turi tik vieną mitybos elementą (N, P, K)	Turi ne mažiau kaip du mitybos elementus	Turi ne mažiau kaip du mitybos elementus
	Sudarytos iš vieno cheminio junginio	Sudarytos iš dviejų ir daugiau cheminių junginių
Dvigubasis superfosfatas $Ca(H_2PO_4)_2$; superfosfatas $Ca(H_2PO_4)_2 + 2CaSO_4$; fosforitmilčiai (kaulamilčiai) $Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaCO_3$; amonio salietra NH_4NO_3; karbamidas $(NH_2)_2CO$; kalio druska KCl	Amofosas $(NH_4)_2HPO_4$; kalio salietra KNO_3	Nitrofoska $NH_4NO_3 + (NH_4)_2HPO_4 + KCl$; Nitrofosfatas (nitrofosas) $(NH_4)_2HPO_4 + NH_4NO_3 + NH_4H_2PO_4$

Kai kurios trąšos, pavyzdžiui: amonio salietra, kalio druska, labai gerai tirpsta vandenyje, o superfosfatas — mažai tirpsta. Išskyrus rūgščias dirvas, kitose netirpsta káulamilčiai (kalcio fosfatas). Rūgščioje dirvoje iš jų susidaro kalcio hidrofosfatas $CaHPO_4$.

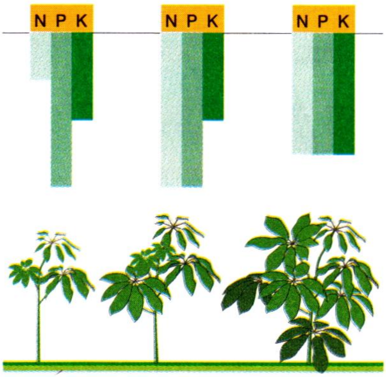
Būtina, kad augalai gautų pakankamai trąšų (7.4.4 pav.) tam tikru santykiu. Geriausia tręšti kompleksinėmis trąšomis (žr. schemą). Augalų negalima pertręšti. Tada juose kaupiasi trąšų likučiai, teršiamos dirvos. Prieš kelis dešimtmečius buvo beatodairiškai tręšiami laukai. Dėl fosfatų ir nitratų smarkiai padidėjo dirvos ir gretimų vandens telkinių (ežerų, upelių) tarša. Ėmė sparčiai užželti ežerai (7.4.5 pav.), sumažėjo žuvų. Šiai klaidai atitaisyti prireiks kelių dešimtmečių.

Trąšos vertinamos pagal mitybos elemento masės dalį. Šis dydis apskaičiuojamas procentais kaip ir medžiagos masės dalis mišiniuose. Pavyzdžiui, apskaičiuokime azoto masės dalį amonio nitrate.

$$\omega(N) = \frac{M(N_x)}{M(NH_4NO_3)} \cdot 100\ \% = \frac{2 \cdot 14\ g/mol}{80\ g/mol} \cdot 100\ \% = 35\ \%.$$

Kai dirvožemyje trūksta kalio ir fosforo, neįsisavinamas azotas, ima kauptis nitratai. Šie junginiai taip pat kaupiasi, kai pertręšiama azoto trąšomis (7.4.6 pav.).

Žmogaus organizme nitratai virsta nitritais (NO_2^-), galinčiais sukelti vėžį. Pagal Pasaulinės Sveikatos Organizacijos normas suaugęs žmogus su maistu gali gauti ne daugiau kaip 200—300 mg nitratų per parą.



7.4.4 pav. Trąšų santykio parinkimas

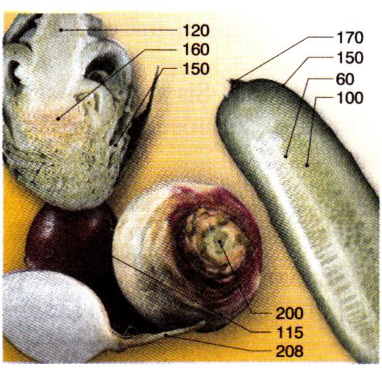


7.4.5 pav. Užželiantis ežeras

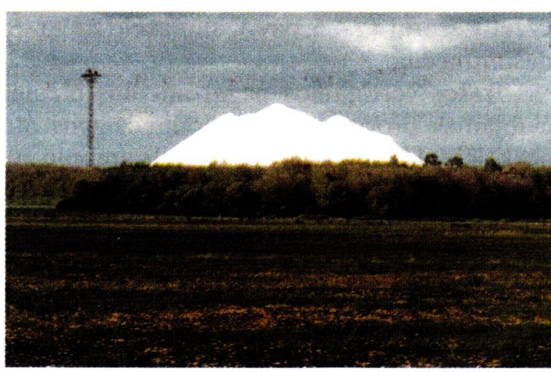
Dabar Vakarų Europoje vis populiaresnė ekologinė žemdirbystė. Tinkamai parinkus sėjomainą, augalus tręšiant vien organinėmis trąšomis, derliai tik šiek tiek mažesni, negu tręšiant cheminėmis trąšomis, tačiau tokie maisto produktai sveikesni.

Lietuvoje gaminamos azoto ir fosforo trąšos. AB „Achema“ per metus pagamina 560 tūkst. tonų amonio salietros, 600 tūkst. tonų karbamido ir salietros tirpalo. Jau gaminamos kompleksinės trąšos, kaip antai diamonio hidrofosfatas, kurį augalai geriau įsisavina. Pastarųjų trąšų pagaminama Kėdainiuose net 645 tūkst. t.

Trąšų gamyba, jei nesilaikoma geros technologijos, labai teršia aplinką. Tai nerūpėdavo prieš 20—30 metų. Apie Kėdainių ir Jonavos gamyklas nuskurdo miškeliai, Kėdainiuose susikaupė fosfogipso kalnai (7.4.7 pav.). Šios gamyklos deda daug pastangų aplinkai saugoti. Pastaruoju metu gamyklos gerokai mažiau teršia atmosferą ir vandenį.



7.4.6 pav. Vidutinis nitratų kiekis (mg/kg) kai kuriose daržovėse



7.4.7 pav. Fosfogipso kalnai Kėdainiuose

Dirva ir vandens telkiniai teršiami netinkamai tręšiant. Ypač pavojinga, kai trąšos iš dirvos su lietaus vandeniu patenka į upes ir ežerus. Todėl sparčiai mažėja žuvų, beveik išnyko vėžiai. Kad nepakenktume gamtai, privalome tiksliai laikytis agrotechnikos reikalavimų. Tada cheminės trąšos bus labai naudingos žemės ūkiui.

?

1 Išvardykite pagrindinius mikroelementus. Kokius dar elementus įsisavina augalai?

2 Kokias žinote azoto, fosforo ir kalio trąšas? Kuriomis iš jų tręšiate savo daržą, sodą, laukus?

3 Kokios trąšos gaminamos Lietuvoje? Atsakymo ieškokite enciklopedijose, žinynuose, internete.

4 Kuo trąšos žalingos gamtai ir žmogui? Kaip išvengti šio pavojaus?

5 Azoto rūgšties sintezė iš amoniako yra oksidacija-redukcija. Parašykite šių reakcijų puslygtes, kiekvienu atveju pažymėkite oksidatorių ir reduktorių.

6 Kodėl žemės ūkyje beveik nenaudojami kaulamilčiai? Kuriai dirvai — rūgščiai ar normaliai — jie labiau tinka? Kodėl?

7 Parašykite lygtis reakcijų, kurioms vykstant, iš azoto rūgšties gaunamos šios trąšos:
a) amonio salietra; b) kalio salietra; c) kalcio salietra; d) natrio salietra.

8 Parašykite šių medžiagų disociacijos lygtis:
a) amonio salietra; b) aliuminio nitrato; c) kalio sulfato; d) amonio dihidrofosfato; e) kalcio hidrofosfato.

9 Apskaičiuokite, kurios iš šių trąšų turi daugiausia azoto:
a) kalio salietra; b) karbamidas; c) amonio sulfatas; d) amonio chloridas.

10 Fosforo trąšoms apskaičiuojama P_2O_5, o kalio — K_2O masės dalis. Žinoma, kad Lietuvoje 1 ha žemės ūkio naudmenų tenka po 154 kg trąšų ($N + P_2O_5 + K_2O$, santykiu 3 : 1 : 3). Laikykite, kad tręšiama amonio salietra, superfosfatu ir kalio druska. Ariamos žemės yra 2,5 mln. ha. Apskaičiuokite, kiek kiekvienos iš šių trąšų išberiama į 1 ha. Kiek iš viso sunaudojama tokių trąšų?

8. SVARBIAUSIŲJŲ NEMETALŲ SAVYBIŲ APIBENDRINIMAS

Oksidacinės savybės ir oksidacijos laipsnio kitimas. Nemetalų oksidacinės savybės išryškėja vykstant reakcijoms su metalais ir vandeniliu.

$$\overset{0}{H_2} + \overset{0}{Cl_2} \xrightarrow{} 2HCl \qquad (2 \cdot e^- : H_2 \to Cl_2)$$

H_2 — Reduktorius, Cl_2 — Oksidatorius

$$\overset{0}{2Mg} + \overset{0}{O_2} \xrightarrow{} 2MgO \qquad (2 \cdot e^- : Mg \to O_2)$$

Mg — Reduktorius, O_2 — Oksidatorius

Nemetališkosios savybės stiprėja
Oksidacinės savybės stiprėja →

B	C	N	O	F
	Si	P	S	Cl
		As	Se	Br
			Te	I

↑ Nemetališkosios savybės stiprėja
Oksidacinės savybės stiprėja

Perioduose elementų oksidacinės ir nemetališkosios savybės stiprėja iš kairės į dešinę.

Nemetalų junginiai, turintys didžiausią teigiamąjį laipsnį, yra tik oksidatoriai, didžiausią neigiamąjį laipsnį — tik reduktoriai, o esantys tarp jų — ir oksidatoriai, ir reduktoriai (8.1 lentelė):

8.1 lentelė

Oksidacijos laipsnis	–2	0	+4	+6
Nemetalas	S	S	S	S
Junginys	H_2S	S	SO_2	H_2SO_4

$2 \cdot 6e^-$

$$2H_2\overset{-2}{S} + 2\overset{0}{O_2} \rightarrow 2\overset{+4}{S}O_2 + 2H_2O$$

Reduktorius Oksidatorius

$4e^-$

$$2H_2\overset{-2}{S} + \overset{+4}{S}O_2 \rightarrow 3\overset{0}{S} + 2H_2O$$

Reduktorius Oksidatorius

$2 \cdot e^-$

$$2\overset{+4}{S}O_2 + 2\overset{0}{O_2} \rightarrow 2\overset{+6}{S}\overset{-2}{O_3}$$

Reduktorius Oksidatorius

8.2 lentelė

Oksidacijos laipsnis	–3	0	+2	+4	+5
Elementas	N	N	N	N	N
Junginys	NH_3	N_2	NO	NO_2	HNO_3

Reakcijos:

$6 \cdot 2e^-$

$$4NH_3 + 3O_2 \rightarrow 2N_2 + 6H_2O$$

Reduktorius Oksidatorius

$2 \cdot 3e^-$

$$N_2 + 3Mg \rightarrow Mg_3N_2$$

Oksidatorius Reduktorius

$$\overset{2 \cdot 2e^-}{N_2 + O_2 \rightarrow 2NO}$$

Reduktorius Oksidatorius

$$\overset{e^-}{NO + NO_2 \rightarrow N_2O_3}$$

Reduktorius Oksidatorius

$$\overset{4e^-}{4NO_2 + O_2 + 2H_2O \rightarrow 4HNO_3}$$

Reduktorius Oksidatorius

$$\overset{2e^-}{4HNO_3(aq) + Cu(k.) \rightarrow Cu(NO_3)_2(aq) + 2NO_2(d.) + 2H_2O(s.)}$$

Oksidatorius Reduktorius

Grupėse oksidacinės ir nemetališkosios elementų savybės stiprėja iš apačios į viršų.

Junginiuose su metalais ir vandeniliu nemetalai įgyja neigiamąjį oksidacijos laipsnį:

–4	**–3**	**–2**	**–1**
C	N	O	F
Si	P	S	Cl
	As	Se	Br
		Te	I

Nemetalų junginiai su metalais yra joniniai.

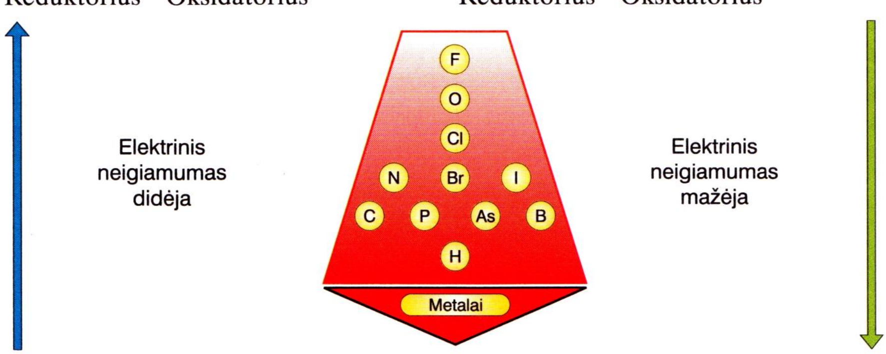
Nemetalams jungiantis tarpusavyje, oksidatorius yra tas elementas, kurio elektrinis neigiamumas didesnis.

$$\overset{2 \cdot 5e^-}{\overset{0}{2P} + \overset{0}{5Cl_2} \rightarrow \overset{+5-1}{2PCl_5}}$$

Reduktorius Oksidatorius

$$\overset{4e^-}{\overset{0}{Si} + \overset{0}{O_2} \rightarrow \overset{+4-2}{SiO_2}}$$

Reduktorius Oksidatorius



Pastaba: ryšiai tarp šios schemos vieno lygio nemetalų yra nepoliniai.

Nemetalai ir pusmetaliai gali sudaryti molekulinės sandaros junginius, kuriuose atomų skaičius yra labai didelis. Tokius junginius sudaro boras, anglis, silicis, germanis, fosforas, arsenas.

Fizikinės nemetalų savybės. Nemetalai yra dujinės (H_2, N_2, O_2, O_3, F_2, Cl_2), skystosios (Br_2), kietosios molekulinės sandaros (I_2, P_4, S_8) ir nemolekulinės sandaros (C, S, P, Si ir kt.) medžiagos. Kai kurie nemetalai turi kelias alotropines atmainas (deguonis ir ozonas, baltasis ir raudonasis fosforas ir kt.). Jos skiriasi sandara ir savybėmis.

Dauguma nemetalų (išskyrus anglies alotropinę atmainą grafitą) yra elektrai ir šilumai nelaidžios medžiagos. Pusmetaliai nuo nemetalų skiriasi tuo, kad praleidžia elektros srovę, todėl naudojami kaip puslaidininkiai (silicis, germanis).

Nemetalų oksidų savybės. Dauguma nemetalų oksidų, išskyrus CO, NO, NO_2, yra rūgštiniai. Pastarieji trys dar vadinami rūgščių nesudarančiaisiais oksidais. Nemetalų oksidacijos laipsnis rūgštiniuose oksiduose sutampa su oksidacijos laipsniu rūgštyje. Juo jis didesnis, juo rūgštis stipresnė. Taip pat yra stipresnės tos deguoninės rūgštys, kurių nemetalų elektrinis neigiamumas yra didesnis (8.3 lentelė).

8.3 lentelė

Nemetalų oksidai ir juos atitinkančios rūgštys

Nemetalai	Elementų oksidacijos laipsnis						
	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7
Cl	Cl_2O HClO Hipochlorito rūgštis	—	Cl_2O_3 $HClO_2$ Chlorito rūgštis	—	Cl_2O_5 $HClO_3$ Chlorato rūgštis	—	Cl_2O_7 $HClO_4$ Perchlorato rūgštis
S	—	—	—	SO_2 H_2SO_3 Sulfito rūgštis	—	SO_3 H_2SO_4 Sieros rūgštis (sulfato rūgštis)	—
N	—	—	N_2O_3 HNO_2 Nitrito rūgštis	—	N_2O_5 HNO_3 Azoto rūgštis (nitrato rūgštis)	—	—

Nemetalai	Elementų oksidacijos laipsnis						
	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7
P	—	—	P_2O_3 HPO_2 Fosfito rūgštis	—	P_2O_5 H_3PO_4 Fosforo rūgštis (fosfato rūgštis)	—	—
C	—	—	—	CO_2 H_2CO_3 Anglies rūgštis (karbonato rūgštis)	—	—	—

Nemetalų vandeniliniai junginiai. Nemetalų vandenilinių junginių rūgštinės savybės perioduose stiprėja iš kairės į dešinę, o grupėse — iš viršaus į apačią:

Rūgštinės savybės stiprėja →

CH_4	NH_3	H_2O	HF
SiH_4	PH_3	H_2S	HCl
	AsH_3	H_2Se	HBr
			HI

↑ Rūgštinės savybės stiprėja

Pavyzdžiai:

$$HF \rightleftarrows H^+(aq) + F^-$$

HF – Rūgštis; F^- – Fluorido jonas

$$H_2S \rightleftarrows H^+ + HS^-$$

H_2S – Rūgštis; HS^- – Vandenilio sulfido jonas

$$NH_3 + H_2O \xrightarrow{} NH_4^+ + OH^- \quad (H^+ \text{ pereina iš } H_2O \text{ į } NH_3)$$

NH_3 – Bazė; H_2O – Rūgštis

III SKYRIUS

GYVOSIOS IR NEGYVOSIOS GAMTOS VALDOVAI

9. IVA GRUPĖS NEMETALAI

IVA grupę sudaro nemetalai, pusmetaliai ir metalai: anglis, silicis, germanis, alavas ir švinas. Remdamiesi 9.1 lentele, išnagrinėkime šios grupės nemetalų atomų sandaros ypatumus.

9.1 lentelė

IVA grupės nemetalai

Elementas	Cheminis simbolis	Branduolio krūvis	Elektronų skaičius sluoksniuose	Neigiamasis oksidacijos laipsnis	Teigiamasis oksidacijos laipsnis	Atomo spindulys, nm	Elektrinis neigiamumas
Anglis	C	+6	2; 4	–4	+2; +4	0,077	2,5
Silicis	Si	+14	2; 8; 4	–4	+4	0,118	1,8
Germanis	Ge	+32	2; 8; 18; 4	–4	+4	0,122	1,8

Šios grupės elementų atomų sandara ypatinga: kad visiškai būtų užpildytas išorinis elektronų sluoksnis, jiems trūksta 4 elektronų. Tačiau šie elementai gali ir atiduoti keturis elektronus. Tada jų oksidacijos laipsnis būna +4.

Gamtoje ypač svarbūs anglis ir silicis. Anglis — gyvybės pagrindas, jos yra visuose gyvuosiuose organizmuose ir augaluose. Tai pagrindinis visų gyvybės rūšių maisto elementas.

Silicis yra negyvosios gamtos pagrindas. Visa, kas aplink mus — smėlis, molis, akmenys, statybinės medžiagos, stiklas ir t. t., — silicio junginiai. Be jo neišsiverstų elektronikos pramonė, kompiuterinė technika.

Taigi pagrįstai galime sakyti, kad anglis yra gyvosios gamtos karalienė, o silicis — negyvosios gamtos monarchas.

10. SILICIS

10.1. Silicio(IV) oksidas ir silikatai

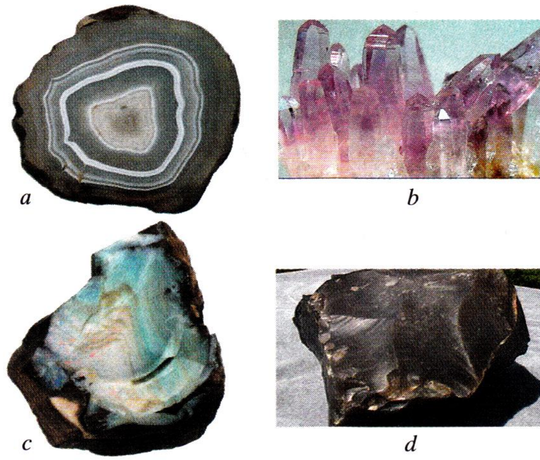
28,0855
–4
+2
+4
Si
SILICIS
14

Nors silicis sudaro net 27 % Žemės plutos masės, tačiau gryno gamtoje nerandama. Šis elementas laboratorijoje išskirtas tik 1811 m. Tai tamsiai pilki metališkojo blizgesio metalai (10.1.1 pav.). Užtat Žemėje gausu silicio junginių — *silikãtų*. Tai uolienos, akmenys, molis. Šios medžiagos yra silicio(IV) oksido, kurio empirinė formulė yra SiO_2, dariniai. Silicio dioksidas — pagrindinė sudedamoji smėlio dalis. Lietuvoje, ties Anykščiaĩs, randama kvarcinio smėlio, turinčio net 98 % gryno silicio dioksido SiO_2.

Kristalinio silicio dioksidas vadinamas kvarcu. Dėl priemaišų kvarco kristalai būna kitokios išvaizdos ir savybių. Kvarco atmainos yra opalas, titnagas,



10.1.1 pav. Silicis

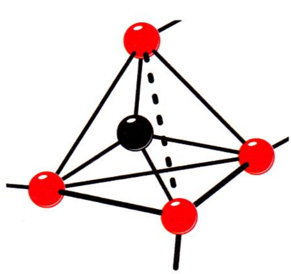


10.1.2 pav. Kvarco atmainos:
a — agatas; *b* — ametistas;
c — opalas; *d* — titnagas

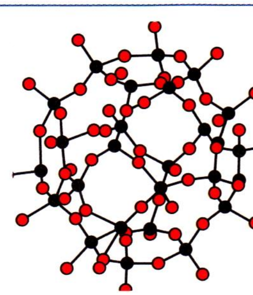
agatas. Tai — brangakmeniai, iš kurių gaminami juvelyriniai dirbiniai. Kitos kvarco atmainos, kaip antai titnagas, yra paprasti akmenys (10.1.2 pav.). Senovės lietuviai iš titnago mokėjo gaminti įvairiausius įnagius, atstojusius jiems kirvius, gremžtukus ir kt. Kaitinamos šios atmainos galų gale virsta paprastu kvarcu.

Junginiuose silicis yra keturvalentis, jo oksidacijos laipsnis (išskyrus junginius su metalais) lygus +4.

Silicio(IV) oksido struktūra ypatinga. Jo kristalas sudarytas iš silicio ir deguonies atomų, susijungusių kovalentiniais ryšiais (10.1.3 pav.). Šių atomų kristale yra nepaprastai daug, jų skaičius neapibrėžtas. Silicio(IV) oksidas turi *atòminę gardẽlę*. (Palyginkite — natrio chlorido kristalai sudaryti iš jonų.) Vienos tokios gardelės struktūra primena geometrinę figūrą — tetraedrą (jo plokštumos sudarytos iš keturių lygiakraščių trikampių) (žr. 10.1.3 pav.). Tetraedro centre yra silicio atomas, viršūnėse — deguonies atomai. Tetraedrai susijungę vienas su kitu, iš jų susidarę dideli karkasai (10.1.4 pav.).



10.1.3 pav. Silicio dioksido sandara

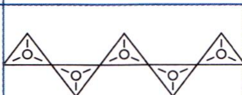
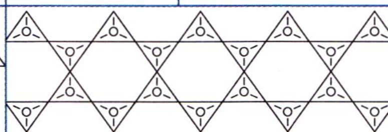
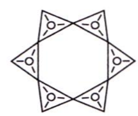
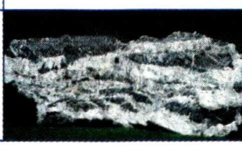


10.1.4 pav. Silicio dioksido polimeras

Kai į tokią gardelę vietoj silicio įsiterpia metalų jonai, susidaro mišri *atòminė-jòninė* gardelė. Tokia yra silikatų — akmenų, molio — struktūra. Jų formulės labai sudėtingos ir dažnai išreiškiamos oksidų sudėtimi (10.1 lentelė).

10.1 lentelė

Kai kurių silikatų sudėtis

Mineralas	Asbestas	Žėrutis	Molis	Feldšpatas (putnagas, lauko špatas)
Formulė	$3MgO \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$	$K_2O \cdot 3Al_2O_3 \times$ $\times\ 6SiO_2 \cdot 2H_2O$	Montmorilonitas $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot nH_2O$ Kaolinitas $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$	$K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$
Struktūra				
Pavyzdys				

***Silikãtai* yra rūgštinio silicio(IV) oksido ir bazinių metalų oksidų junginiai.**

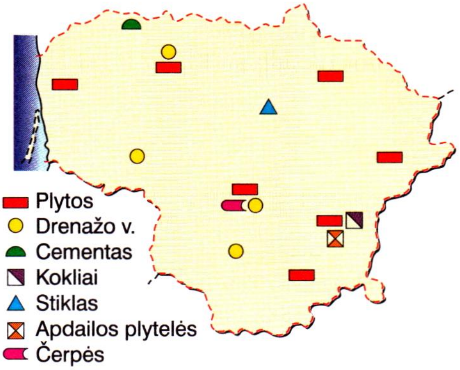
Tai labiausiai Žemėje paplitusios medžiagos. Jų savybės labai priklauso nuo to, iš ko silikatai sudaryti. Žmonija jau seniai išmoko gaminti silikatus, kurių nėra gamtoje.

10.2. Dirbtiniai silikatai

Jau senovėje žmonija naudojo molį kaip rišamąją statybinę medžiagą. Molinių pirkelių gausu buvo ir Lietuvoje. Romėnai mokėjo gaminti degtas kalkes CaO, kurias sumaišę su smėliu, gaudavo puikią statybinę rišamąją medžiagą. Dabar iš klinties ($CaCO_3$) ir molio mišinio gaminamas cemeñtas. Naujõsios Akmẽnės cemento įmonėje 2003 m. pagaminta apie 700 tūkst. tonų geros kokybės cemento. Sumaišius jį su kitomis medžiagomis (ùžpildais), gaunamos geros rišamosios medžiagos (10.2 lentelė).

10.2 lentelė

Sudedamosios dalys	Rišamoji medžiaga
Smėlis + Cementas + Kalkės + Vanduo	Statybinis skiedinys
Smėlis + Kalkės + Vanduo	Tinkavimo skiedinys
Cementas + Žvyras, Skalda + Vanduo	Betonas



10.2.1 pav. Silikatų pramonė Lietuvoje



10.2.2 pav. Lietuviško porceliano gaminiai



10.2.3 pav. Keraminiai izoliatoriai

Per tam tikrą laiką susidaro kieti kaip akmuo silikatai. Iš jų statomi pastatai. Gamyklose, 90 % smėlio ir 10 % kalkių (CaO) mišinį veikiant vandens garais, gaminamos baltos silikatinės plytos. Silikatų pramonė — viena iš labiausiai išplėtotų Lietuvoje (10.2.1 pav.).

Pirmoji dirbtinė medžiaga, kurią sukūrė žmogus, yra degtas molis. Iš molio gaminama keramika. Pirmieji degto molio dirbiniai padaryti daugiau kaip prieš 8 tūkstančius metų. Kasinėjant senovės lietuvių gyvenvietes, atrasta keramikos: puodų šukių, plytų ir pan.

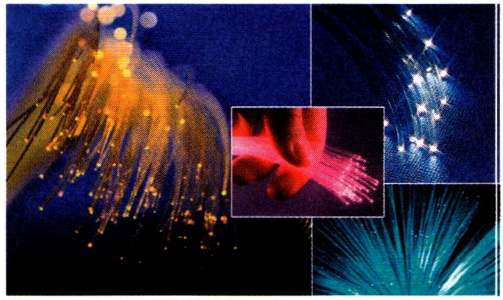
Įdomu, kad seniausieji mūsų Žemėje rasti puodai buvo smailėjančiu dugnu, nes degimo metu tokie gaminiai mažiau trūkinėja. Plokščiadugnius indus išmokta gaminti gerokai vėliau.

Iš molio gaminama daugybė įvairių dirbinių. Populiarūs iš baltojo molio — kaolino — padaryti fajanso dirbiniai. Fajansas akytas, todėl glazūruojamas. Kai sukepinamas kaolino, smėlio ir feldšpato (dar vadinamo putnagu, lauko špatu) mišinys, gaunamas porcelianas. Lietuvoje vietoj kaolino į geros kokybės porcelianinius indus ir meno dirbinius dedama kaulų pelenų (10.2.2 pav.).

Cheminiu požiūriu keramika yra silikatai. Keramika ypatinga tuo, kad ji atspari aukštai temperatūrai. Kuriami netgi keraminiai vidaus degimo varikliai.



10.2.4 pav. Spalvotojo stiklo dirbiniai



10.2.5 pav. Šviesolaidžiai

Keraminiai gaminiai yra geri elektros izoliatoriai (10.2.3 pav.). Dabar gaminama superlaidžioji keramika — visiška priešingybė įprastinei.

Dar ketvirtajame tūkstantmetyje pr. Kr. žmonija jau naudojo stiklą. Jis gaminamas iš sulydyto ir staiga ataušinto kalkių (CaO), kvarcinio smėlio (SiO_2) bei kalcinuotosios sodos (Na_2CO_3) mišinio. Stiklo sudėtį galima išreikšti tokia formule $Na_2O \cdot CaO \cdot 6SiO_2$. Stiklas neturi kristalinės struktūros, yra labai trapus. Jo savybės panašios į sustingusio skysčio. Pridėjus į jį įvairių metalų oksidų (vario, kobalto, nikelio ir kt.), gaminamas spalvotasis stiklas (10.2.4 pav.), o į mišinį pridėjus švino ar bario oksidų, gaunamas krištolas. Lietuvos stiklo pramonėje naudojamas Anykščių smėlis.

Dabar išmokta gaminti lanksčius ir labai skaidrius stiklo pluoštus, kurie beveik nesugeria šviesos (10.2.5 pav.). Tokie pluoštai skirti optiniams kabeliams, gerinantiems ryšių kokybę, gaminti. Pirmasis Lietuvoje optinis kabelis nutiestas 1992 m. tarp Vilniaus ir Kauno.

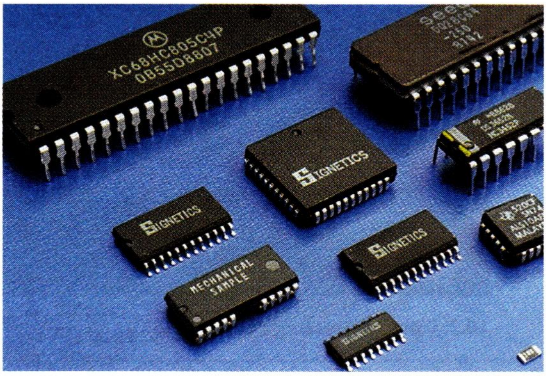
10.3. Silicis — elektronikos pagrindas

XX a. prasidėjo nauja silicio pritaikymo era. Jis yra puslaidininkis (pagal elektrinį laidumą yra tarp metalų ir nelaidžių medžiagų). Iš silicio ir kai kurių metalų bei pusmetalių lydinių gaminamos puslaidininkinės mikroschemos — visos šiuolaikinės elektronikos pramonės pagrindas (10.3.1 pav.). Kietas grynas silicis gaunamas iš silicio dioksido.

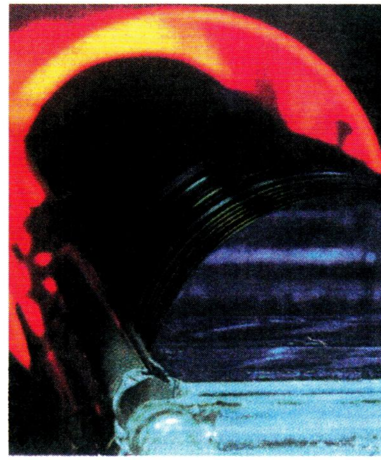
$$\overset{2 \cdot 2\,e^-}{\overbrace{SiO_2(k.) + 2C(k.)}} \rightarrow Si(k.) + 2CO(d.)$$

Elektronikos pramonės reikmėms švarus silicis gaminamas kitais būdais (10.3.2 pav.).

$$\overset{2 \cdot 2\,e^-}{\overbrace{SiCl_4(s.) + 2H_2(k.)}} \rightarrow Si(k.) + 4HCl(d.)$$



10.3.1 pav. Mikroschemos



10.3.2 pav. Silicio gamyba

?

1. Kokiose srityse naudojamas silicis ir jo junginiai? Išvardykite jums žinomus silikatus.
2. Išvardykite svarbiausias rišamąsias medžiagas.
3. Kokie junginiai susidaro kietėjant cementui?
4. Grynas silicis gaunamas iš silicio dioksido aliuminotermijos būdu (sumaišius su aliuminiu ir uždegus). Parašykite reakcijos lygtį.
5. Kuo ypatinga silicio dioksido struktūra? Kaip sudaryti silikatai? Kokia kristalinė silicio dioksido ir silikatų gardelė?
6. Asbestas (anksčiau plačiai naudotas šiferiui, vamzdžiams gaminti, dabar nustačius, kad jo dulkės sukelia vėžį, beveik nenaudojamas) — pluoštinė medžiaga, žėručio sandarai yra būdingos plokštelės, o išdžiovintas baltasis molis gerai sugeria drėgmę. Kuo galite paaiškinti tokias skirtingas šių silikatų savybes?
7. Virinant smėlį koncentruoto natrio hidroksido tirpale, gaunamas skystasis stiklas — tirpus natrio silikatas (silikatiniai klijai, empirinė jų formulė Na_2SiO_3). Įpylus į šį tirpalą druskos rūgšties, susidaro drebučių pavidalo silicio rūgštis (silikato rūgštis). Parašykite bendrąsias ir jonines šių virsmų lygtis.
8. Tik šarminių metalų silikatai yra tirpūs. Parašykite kalio silikato ir aliuminio sulfato reakcijos lygtį.
9. Apskaičiuokite feldšpato sudėtį (10.1 lentelė), išreikšdami oksidų masės dalį procentais.
10. Apskaičiuokite, kiek procentų silicio masės yra kaolinite.
11. Apskaičiuokite, kiek procentų silicio, aliuminio ir deguonies masės yra žėrutyje.

12 Parašykite brangakmenio smaragdo, sudaryto iš 13,97 % BeO, 18,99 % Al_2O_3 ir 67,04 % SiO_2, formulę, išreikšdami oksidų santykiu.

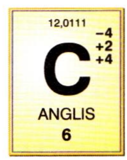
13 Kodėl, lydant stiklą, liepsna būna ryškiai geltona?

14 Talkas, kurį naudoja sportininkai, gydytojai ir pan., yra balti milteliai, sudaryti iš 31,75 % magnio oksido, 63,49 % silicio dioksido. Kitą dalį sudaro vanduo. Apskaičiuokite ir parašykite talko formulę, išreikšdami oksidų santykiu.

15 Krištolas sudarytas iš 39,42 % SiO_2, 4,91 % CaO, 2,71 % Na_2O, 48,84 % PbO ir 4,12 % K_2O. Apskaičiuokite ir parašykite krištolo formulę.

11. ANGLIS

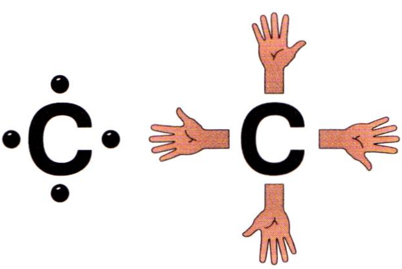
11.1. Anglies alotropija



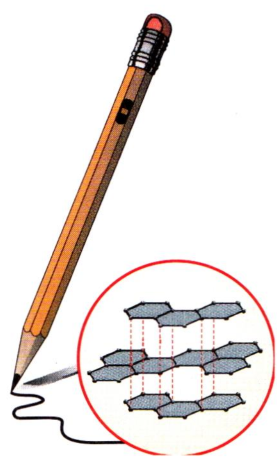
Kaip ir visi nemetalai, anglis gali jungtis su metalais, įgydama neigiamąjį oksidacijos laipsnį. Tokie junginiai vadinami karbidais, pavyzdžiui, aliuminio karbidas Al_4C_3. Daugumos karbidų, tarp jų ir ketuje esančio geležies karbido, struktūra primena metalų lydinius, o ne druskas.

Su kitais elementais anglis sudaro junginius, kuriuose tarp anglies ir tų elementų yra kovalentiniai ryšiai. Kaip matyti iš elektroninės atomo sandaros, anglis gali sudaryti keturis tokius ryšius (11.1.1 pav.).

Anglis junginiuose yra keturvalentė.



11.1.1 pav. Anglies atomo savybės

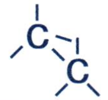
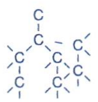
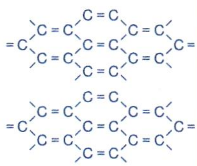
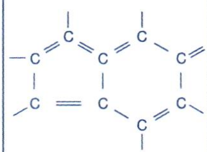
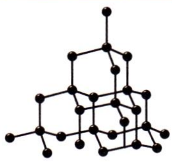
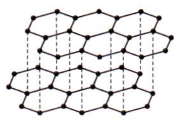
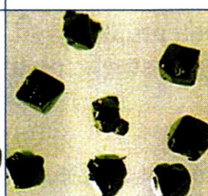


11.1.2 pav. Grafito savybės

Alotropinės anglies atmainos skiriasi savo struktūra. Bet visų šių alotropinių atmainų anglies atomai susijungę keturiais ryšiais. Vienų (deimanto) — viengubaisiais, kitų — dvigubaisiais (grafito) ar net trigubaisiais (karbino, chaoito). Kadangi tokia skirtinga alotropinių junginių struktūra, todėl skirtingos ir jų savybės (11.1 lentelė).

11.1 lentelė

Anglies alotropinės atmainos

Ryšių tipai		–C≡C–	>C=C<	–C≡C– >C=C=C<
Pavadinimas	**Deimantas**	**Grafitas**	**Fulerenas**	**Chaoitas, karbinas**
Struktūra				–C≡C–C≡C– =C=C=C=C=C=
Modeliai				
Pavyzdžiai				—
Tankis, g/cm^3	3,51	2,27	1,68	?
Savybės	Bespalviai arba tamsūs kristalai, blogai praleidžia elektros srovę; labai kieta medžiaga	Pilkšvos arba juodos plokštelės, gerai praleidžia elektros srovę; minkšta medžiaga, tepa	Bronziniai kristalai, tirpstantys kai kuriuose tirpikliuose	Mažai ištirtas

Geriausiai žinomi deimantas ir grafitas. Grafito struktūra ypatinga tuo, kad anglies atomų grandinė, sudaranti vieną plokštumą, menkai susijusi su kita plokštuma. Be to, atstumai tarp anglies atomų grafito ciklinėse grandinėse ir tarp plokštumų yra skirtingi — tarp plokštumų jie didesni. Todėl grafito plokštumos gali judėti viena kitos atžvilgiu. Brėždami liniją pieštuku, popieriaus lape paliekame anglies atomų grandinių pėdsaką — viena nuo kitos atsiskiria grafito plokštelės (11.1.2 pav.).









a *b* *c* *d*

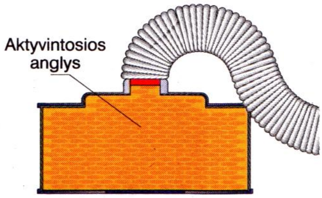
11.1.3. pav. Grafito naudojimas:
a — tepalams; *b* — pieštukams; *c* — guoliams; *d* — elektrotechnikos gaminiams

Ši grafito savybė, taip pat jo laidumas plačiai taikomas technikoje ir buityje (11.1.3 pav.).

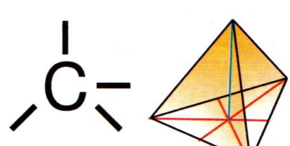
Grafitinės struktūros yra akmens ir medžio anglys, suodžiai. Dar viena ypatybė — anglys, gautos kaitinant akmens anglis (koksas), o ypač medieną (medžio anglys), yra labai akytos, korytos. Jos aktyviai dalyvauja reakcijose, nes šių medžiagų paviršius labai didelis. Įsivaizduokime, kad išskleistas vienas gramas akytųjų anglių užimtų futbolo aikštės paviršių. Todėl tokios anglys kaip reduktorius naudojamos metalurgijoje.

Kai kurios medžiagos gali prikibti prie korytų anglių paviršiaus. Akytosios, kitaip vadinamos aktyvintosios, anglys tarsi kokia kempinė sugeria medžiagas. Šis reiškinys vadinamas *adsòrbcija*. Adsorbcijos būdu šalinamos įvairios priemaišos, valomos biologiškai aktyvios medžiagos, anglių tablečių duodama apsinuodijus. Tokiu pat principu pagrįsta ir dujokaukės konstrukcija, nes aktyvintųjų anglių filtrai valo orą (11.1.4 pav.).

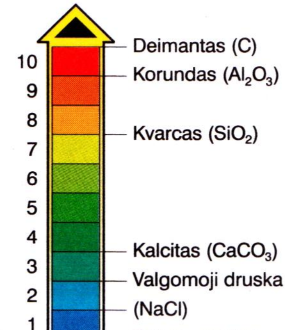
Visiškai kitokia deimanto struktūra ir savybės. Šios alotropinės atmainos anglies atomai vienodu atstumu nutolę vienas nuo kito. Tai labai taisyklingos struktūros kristalai, nes keturi anglies atomai tarsi sudaro taisyklingą geometrinę figūrą — tetraedrą (11.1.5 pav.). Todėl ir deimanto tankis didesnis negu grafito, o ypač skiriasi jų kietumas (11.1.6 pav.). Deimantas yra kiečiausias gamtoje randamas mineralas. Juo galima įrėžti visus metalus, stiklą. Deiman-



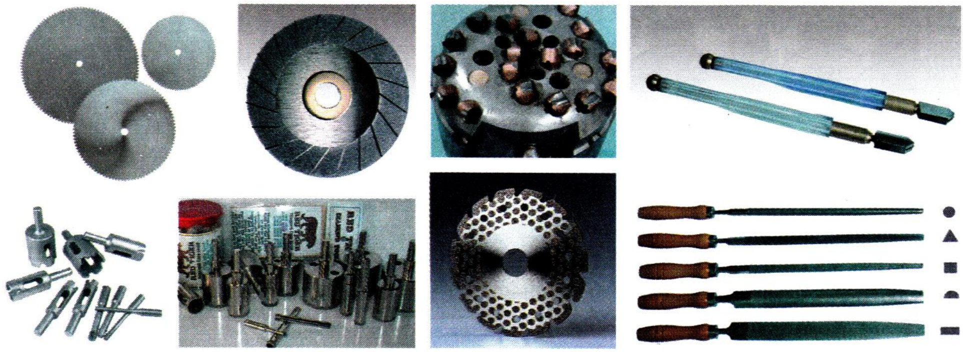
11.1.4. pav. Dujokaukės sandara



11.1.5 pav. Deimanto struktūra



11.1.6 pav. Kietumo skalė



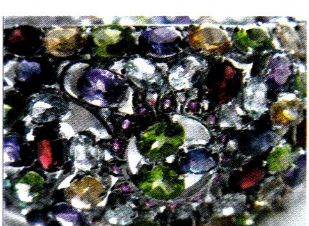
11.1.7 pav. Deimantiniai dirbiniai

tiniais pjūklais nesunkiai pjaustomi akmenys, deimantiniais grąžtais gręžiamos tvirčiausios uolienos (11.1.7 pav.).

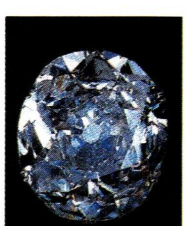
Deimantas — labai retas, todėl nepaprastai brangus mineralas. Didžiausi jo klodai slūgso Pietų Afrikoje, ten dabar išgaunama apie 80—90 % visų pasaulio deimantų. Deimantų yra labai įvairių — nuo bespalvių iki juodų kristalų (juose yra įvairių priemaišų) (11.1.8 pav.).

Ypač vertinami bespalviai arba turintys neryškų atspalvį deimantų kristalai. Jie specialiai šlifuojami, kad pasidarytų briaunoti. Taip gaunami briliantai — stipriai laužiantys šviesą (lūžio rodiklis net 2,4, tuo tarpu geriausio krištolo lūžio rodiklis daug mažesnis) labai brangūs ir vertingi brangakmeniai. Tikri briliantai žėri visomis vaivorykštės spalvomis (11.1.9 pav.), nes, kaip žinote iš fizikos kurso, skirtingų bangos ilgių šviesos spinduliai laužiami nevienodai.

Deja, deimantai nebūna dideli. Ypač pasiseka, jei randamas didesnis negu 1 karato (0,2 g) deimantas. Visame pasaulyje rasta tik kiek daugiau negu 60 deimantų, kurių masė didesnė kaip 100 karatų. Visi jie turi pavadinimus, jų istorijos įdomios, dažnai net labai žiaurios, siekia žilą senovę. Didžiausiais pasaulio deimantais buvo puošiamos karalių karūnos ir skeptrai, simbolizuojantys šių valdovų galybę. Daug brangakmenių yra Jekaterinos II karūnoje (11.1.10 pav.).



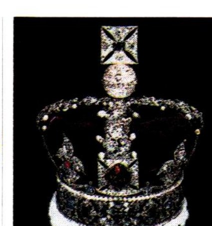
11.1.8 pav. Deimantai



11.1.9 pav. Briliantas



11.1.10 pav. Jekaterinos II karūna



11.1.11 pav. Anglijos karalienės karūna

Deimantų gavybos istorija sena kaip pasaulis. Ilgą laiką jų buvo randama Indijoje, tačiau jau XVII a. gavyba ėmė mažėti. Vėliau deimantų karštligė apėmė Braziliją, Venesuėlą. Turtinga šių mineralų yra Jakùtija (Rusijoje). Nuo XIX a. jų randama Pietų Afrikoje, čia ir kasami didžiausi pasaulio deimantai.

Visų didžiausio deimanto „Kulinano" masė siekė 3106 karatus (rastas 1905 m.). Deja, iš šio kumščio dydžio deimanto buvo neįmanoma pagaminti vieno brilianto, nes jame matėsi įsiterpusių medžiagų ir plyšių. Akmenį perdavė to meto žymiausiam juvelyrui J. Askerui. Kelis mėnesius meistras tyrinėjo nuostabų gamtos kūrinį, kol ryžosi suduoti vieną vienintelį smūgį. Deimantas suskilo pagal esamus plyšius, įsiterpusios medžiagos išbyrėjo, o meistras... neteko sąmonės. Atsitokėjęs suprato, kad mintis buvo gera. Gabalas suskilo į 2 vientisus blokus, 7 didžiulius ir apie 100 smulkių briliantų. Didžiausi briliantai dabar puošia Anglijos karalienės karūną (11.1.11 pav.).

Alotropinių atmainų savybės priklauso nuo struktūros.

XX a. išmokta gaminti dirbtinius deimantus. Nustatyta, kad, esant didžiuliam slėgiui (10^{10} Pa) ir aukštai temperatūrai (200 °C), grafitas gali virsti deimantu. Tačiau didelių deimantų, tinkamų briliantams, nepavyksta padaryti.

Iš grafito gaunamos ir kitos anglies alotropinės atmainos — fulerenas (C_{60} ir C_{70}). Į Žemę nukritusiame meteorite buvo aptikta anglies alotropinė atmaina, struktūra primenanti karbiną — chaoitas. Vadinasi, anglies alotropinės atmainos taip pat gali būti paverčiamos viena kita.

?

1. Kas lemia skirtingas deimanto ir grafito savybes?
2. Koks anglies atomų valentingumas deimante ir grafite?
3. Kaip atpažintumėte briliantą?
4. Kodėl grafitas tinka slankiesiems kontaktams (šepetėliams) gaminti? Ar galima tokius kontaktus tepti tepalu?
5. Kodėl viena nuo kitos lengvai atsiskiria granitinės plokštelės?
6. Apskaičiuokite „Kulinano" deimanto masę (3106 karatų) gramais.
7. Kaip cheminėmis reakcijomis galima būtų pagrįsti, kad deimantas ir grafitas yra vieno elemento alotropinės atmainos?

11.2. Anglies oksidai. Karbonatai

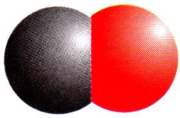
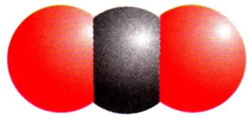
Anglis gali sudaryti du oksidus CO ir CO_2, kurių savybes jau nagrinėjome. Tai skirtingi junginiai: anglies(II) oksidas yra nuodingas, nuo jo galima net mirti. Anglies(II) oksidas susidaro degant kurui, kai trūksta deguonies (smalkės). Anglies(IV) oksidas — troškios dujos. Jomis gazuojami nealkoholiniai gėrimai.

Laboratorijoje CO galima gauti skruzdžių rūgštį veikiant koncentruota sieros rūgštimi. CO_2 išsiskiria, kai rūgštys reaguoja su karbonatais. Paprastai šios dujos gaminamos Kipo aparatu, marmurą veikiant druskos rūgšties tirpalu.

Panagrinėkite 11.2 lentelę ir palyginkite šių oksidų sandarą bei chemines savybes:

11.2 lentelė

Karbonatų sandaros ir savybių palyginimas

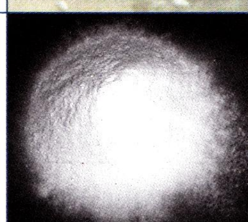
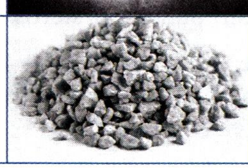
Anglies oksidai	
CO **Anglies(II) oksidas (smalkės)**	**CO_2** **Anglies(IV) oksidas (angliarūgštė)**
	
Bespalvės, bekvapės, labai nuodingos dujos.	Bespalvės, turinčios silpną kvapą, troškios dujos.
Susidaro deginant anglis, kitą kurą, kai trūksta oro. Galima gauti iš anglies(IV) oksido.	Susidaro oro pertekliuje deginant anglis, anglies turinčias medžiagas arba kaitinant karbonatus.
a) $2C + O_2 \rightarrow 2CO + Q$ b) $CO_2 + C \rightarrow 2CO - Q$ c) $2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2 + Q$	a) $C + O_2 \rightarrow CO_2 + Q$ b) $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O + Q$ c) $\underset{\text{Kalcio karbonatas}}{CaCO_3} \rightarrow \underset{\text{Kalcio oksidas}}{CaO} + CO_2 - Q$
Anglies(II) oksidas yra geras reduktorius. $3 \cdot 2e^-$ (iš Fe į CO) $Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + CO_2 + Q$	Anglies(IV) oksidas pasižymi rūgštinėmis savybėmis. a) $CaO + CO_2 \rightarrow CaCO_3$ b) $Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$ c) $Ca(OH)_2 + 2CO_2 \rightarrow \underset{\text{Kalcio hidrokarbonatas}}{Ca(HCO_3)_2}$ d) $CO_2 + H_2O \rightleftarrows HCO_3^- + H_2O$
Nesudaro rūgščių.	CO_2 atitinka anglies rūgštį H_2CO_3.
Dega. $2 \cdot 2e^-$ (iš CO į O_2) $2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2 + Q$	Nepalaiko degimo, naudojamas gesintuvams.

Anglies rūgšties druskos vadinamos *karbonātais*.

Daugelį karbonatų savybių jau žinote. Prisiminkime jas dar kartą.

11.3 lentelė

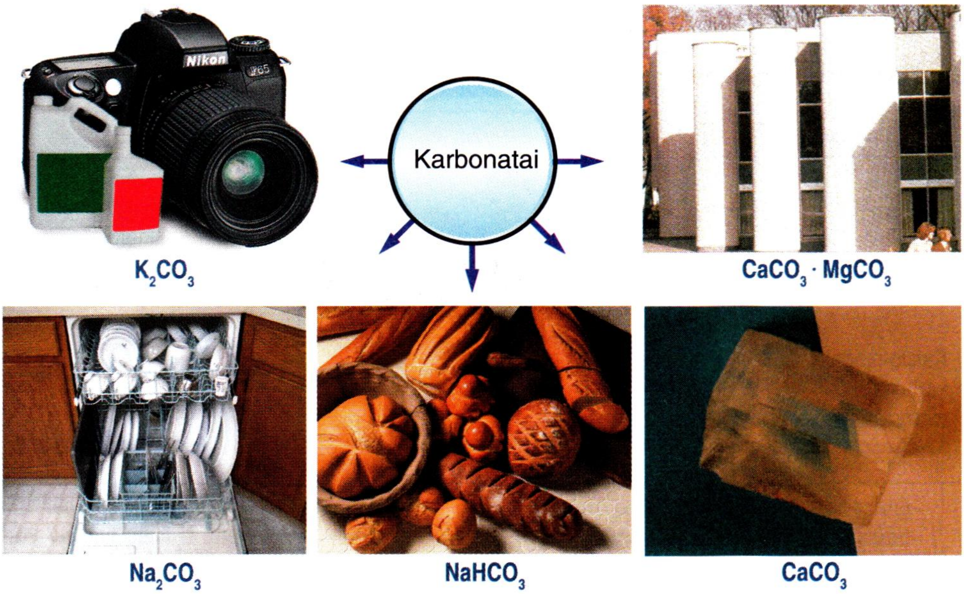
Karbonatų savybės

Pavadinimas	Formulė	Pavyzdžiai	Savybės ir naudojimas
Kalcio karbonatas (klintis, kalkakmenis)	$CaCO_3$		Netirpus vandenyje, baltas ar pilkšvas mineralas
Kalcio-magnio karbonatas (dolomitas)	$CaCO_3 \cdot MgCO_3$		Pilkas, kartais įvairių atspalvių mineralas
Natrio karbonatas (kalcinuotoji soda)	Na_2CO_3		Baltos spalvos medžiaga, gali sudaryti kristalo-hidratus
Natrio hidrokarbonatas (natrio-vandenilio karbonatas, geriamoji soda)	$NaHCO_3$		Baltos spalvos, blogai vandenyje tirpstanti medžiaga, kaitinama lengvai skyla
Kalio karbonatas (potašas)	K_2CO_3		Baltos spalvos, ore drėgstanti medžiaga

Išvardyti karbonatai labai plačiai naudojami (11.2.1 pav.).

Karbonatus galima atpažinti pagal jiems daromą rūgščių poveikį. Reakcijos metu išsiskiria dujinis anglies(IV) oksidas.

Karbonatai lengvai reaguoja su rūgštimis, todėl ši savybė taikoma įvairiose srityse. Kalcio karbonatu kalkinamos rūgščios dirvos. Natrio hidrokarbonato, arba geriamosios sodos, yra kepimo milteliuose. Kepinyje esančios rūgštys su šiuo junginiu sudaro anglies(IV) oksidą, kuris kaitinamas plečiasi, ir kepinys labai iškyla, pasidaro purus. Geriamoji soda mažina skrandžio rūgštingumą, jos yra dantų pastoje.



11.2.1 pav. Karbonatų pritaikymas

Didelę reikšmę gamtoje turi kalcio hidrokarbonato susidarymo reakcija, lemianti karbonatinį (laikinąjį) vandens kietumą.

?

1 Ką vadiname karbonatais? Parašykite kalcio karbonato bei druskos rūgšties tirpalo ir natrio karbonato bei sieros rūgšties tirpalo reakcijų lygtis.

2 Medžio pelenuose yra nemažai kalio karbonato. Maišant medžio pelenus su vandeniu galima padaryti pelenų šarmą. Kodėl šis tirpalas taip vadinamas? Parašykite reakcijos lygtį.

3 Parašykite azoto rūgšties ir šių medžiagų reakcijų lygtis:
a) $CaCO_3$; b) K_2CO_3; c) $KHCO_3$.

4 Parašykite nuovirų susidarymo reakcijos lygtį:

$$Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCO_3 + \ldots$$

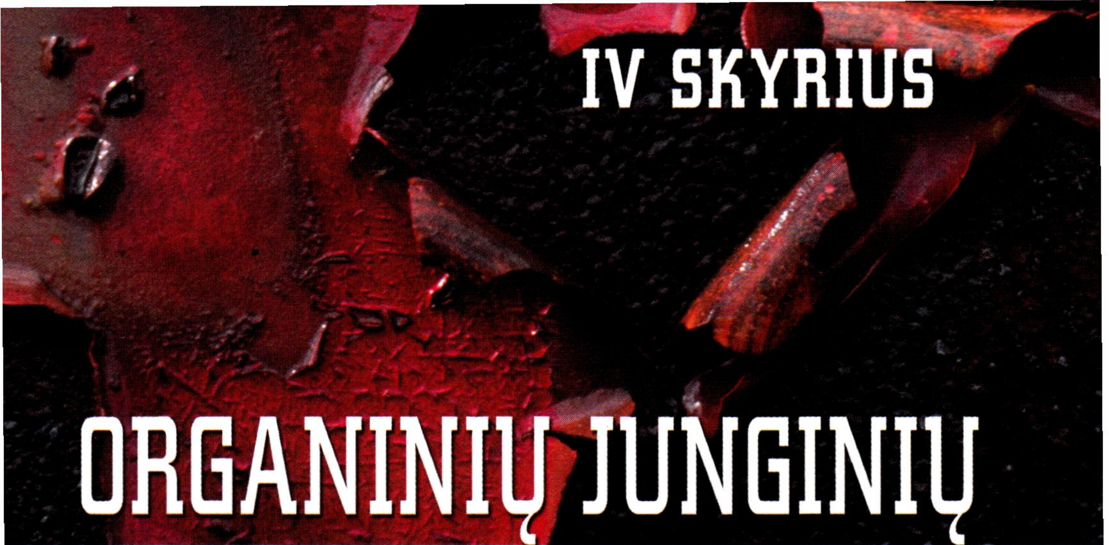
Paaiškinkite, kaip galima įrodyti, kad nuovirose yra kalcio karbonato. Parašykite reakcijos lygtį.

5 Vienas valdovas paklausė alchemiko, kaip atskirti tikrą briliantą ir tikrus perlus nuo dirbtinių, pagamintų iš stiklo. Alchemikas pasiūlė briliantą padeginti, o perlus paveikti rūgštimi. Žinodami, kad perluose yra kalcio karbonato, paaiškinkite, kas atsitiko tikriems perlams ir briliantui ir kodėl valdovas įsakė nukirsti alchemikui galvą, kai buvo įsitikinta jų tikrumu. Parašykite atitinkamas reakcijų lygtis.

6 Namie atlikite bandymą. Į stiklinę įpilkite truputį vandens ir įberkite žiupsnelį natrio hidrokarbonato (geriamosios sodos). Paskui įlašinkite kelis lašus maistinio acto arba citrinų rūgšties tirpalo. Ką pastebėjote? Užrašykite sutrumpintą joninę lygtį.

7 Į tirpalą, kuriame yra 0,74 g kalcio hidroksido, prileista 0,448 l (n. s.) anglies(IV) oksido. Kokia druska susidarė?

8 Į pakankamą kiekį druskos rūgšties tirpalo įberta 8,4 g magnio karbonato. Apskaičiuokite išsiskyrusių (n. s.) dujų tūrį.



IV SKYRIUS

ORGANINIŲ JUNGINIŲ CHEMIJA

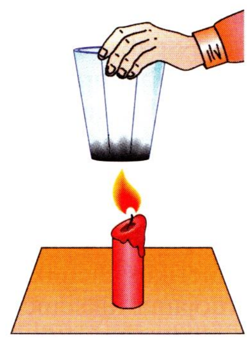
12. ĮVADAS

Ne kartą esate pastebėję, kad įvairios medžiagos degdamos anglėja. Taip atsitinka su mediena, popieriumi, audiniais. Svildami maisto produktai apanglėja. Jei blogai sureguliuota dujinės viryklės degimo įranga, skiriasi suodžiai. Automobilių išmetamųjų dujų vamzdžius taip pat dengia suodžių sluoksnis. Tai reiškia, kad visose šiose skirtingose medžiagose (audiniuose, medienoje, popieriuje, maisto medžiagose, benzine) yra anglies.

Bandymai

Atlikite kurį nors iš šių bandymų, kad galėtumėte įsitikinti, jog skirtingos medžiagos turi anglies.

1. *Virš degančios žvakės liepsnos palaikykite šaltą stiklinę. Surinkite suodžius nuo jos dugno. Kaip įrodytumėte, kad tai anglis? (12.1 pav.)*
2. *Ant smulkaus cukraus (ar cukraus pudros) užlašinkite koncentruotos sieros rūgšties. Ką pastebite?*
3. *Popieriaus lape palikite praskiestos sieros rūgšties tirpalo žymę. Pakaitinkite popieriaus lapą virš dujų degiklio arba viryklės. Galima lapą išdžiovinti karšta laidyne. Ką pastebite? Dažnai toks rašymo būdas yra vadinamas slaptuoju raštu. Pabandykite parašyti slaptą laišką savo draugui.*



12.1 pav. Suodžių susidarymas

Dar XIX a. buvo įrodyta, kad daugelyje augalinių ar gyvūninių, t. y. organinės kilmės, medžiagų yra anglies, vieno ir to paties cheminio elemento. Tokios medžiagos pavadintos organiniais junginiais.

Anglis yra pagrindinis kiekvieno organinio junginio cheminis elementas.

Iš pradžių manyta, kad laboratorijose iš negyvosios gamtos produktų niekados dirbtiniu būdu nepavyks pagaminti organinių junginių. Vokiečių chemikai F. Vėleris (*Wöhler*), A. Kolbė (*Kolbe*), prancūzas P. Bertlo (*Berthelot*) ir daugelis kitų mokslininkų savo darbais įrodė, kad organiniai junginiai vis dėlto gali būti gaunami iš neorganinių. Ilgainiui buvo sintetinami netgi tokie junginiai, kurių iš viso gamtoje nėra. Visuose šiuose junginiuose svarbiausias cheminis elementas — anglis.

***Orgãniniai junginiaĩ* — tai anglies junginiai.**

Toks skirstymas tėra sąlygiškas. Yra daug anglies junginių, kurie laikomi neorganiniais (kreida $CaCO_3$, kalcinuotoji soda Na_2CO_3), taip pat tokių organinių junginių, kurie turi metalų ir kitų nemetalų (fosforo, sieros, boro, silicio ir kt.).

Chemijos mokslo šaka, nagrinėjanti anglies junginių savybes ir virsmus, vadinama *orgãnine chèmija*.

Galima sakyti, kad nuo XIX a. organinės chemijos laimėjimai mūsų pasaulį padarė spalvingesnį ir turtingesnį. Šiandien neįsivaizduojame savo gyvenimo be dažų, plastikų, vaistų, maisto papildų, buitinės chemijos prekių: ploviklių, valiklių, skalbiklių, kosmetikos.

Kodėl purpuras nuo seno laikomas karalių simboliu? Spręskite patys: norint gauti 1 g purpurinių dažų, reikėjo surinkti ir apdoroti net 10 tūkst. moliuskų — gelдučių iš Viduržemio jūros. Beje, prastuomenė apskritai retai dėvėjo spalvotus apdarus — dažai buvo gaunami tik iš augalų, gyvūnų ir buvo labai brangūs. Kai 1856 m. jaunas anglų studentas chemikas V. Perkinas (*Perkin*) susintetino pirmuosius dažus moveìną, tekstilės pramonėje įvyko perversmas — spalvoti drabužiai tapo kasdienybe.

Šiuo metu (2004 m.) yra žinoma per 23 mln. sintetinių cheminių junginių ir per 42 mln. iššifruotų gamtinių sekų. Jūs ir patys galite sužinoti apie kasdien atsirandančius naujus cheminius junginius, naršydami internete (aplankykite Amerikos chemikų draugijos puslapį www.cas.org). Kasdien šių junginių registruojama tūkstančiai. Galbūt ir jums teks sukurti ne vieną naują, iki tol nežinomą organinį junginį.

Kodėl tiek daug organinių junginių? Nagrinėdami anglies alotropines atmainas: deimantą, grafitą, fulereną, pastebėjote, kad jos yra labai skirtingos. Pirma, anglies atomai jungiasi tarpusavyje, kartais sudarydami ilgus karkasus. Antra, angliai, susijungus su kita anglimi, susidaro skirtingi ryšiai tarp anglies atomų: deimante šie ryšiai — viengubieji, grafite ir fulerene yra dvigubųjų ryšių, o chaoite — trigubųjų. Tokios savybės kitiems cheminiams elementams nėra būdingos. Taigi galime teigti, kad organinių junginių gausumo ir įvairovės paslaptį lemia pačios anglies, kaip cheminio elemento, savybės. Dar viena ypatybė — kiekvienas anglies atomas būtinai sudaro keturis cheminius ryšius.

Anglis junginiuose yra keturvalentė.

?

1. Vaisto aspirino formulė yra $C_8H_8O_3$. Ar šis junginys organinis? Kaip tai įrodytumėte?
2. Pasiūlykite du būdus, kuriais remiantis būtų galima įrodyti, kad žvakės parafine yra anglies.
3. Parašykite šių junginių formules, žinodami, kad anglis juose yra keturvalentė: *a* — anglies(IV) oksido; *b* — vandenilio cianido HCN. Cheminius ryšius pavaizduokite brūkšneliais (kaip vaizduojama grafito ar deimanto struktūra).

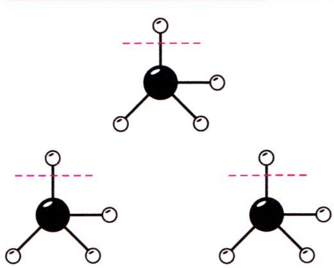
13. ANGLIAVANDENILIAI

Surinkite strypinį metano molekulės modelį pagal 13.1 paveikslą. Anglies atomai vaizduojami juodais, vandenilio — baltais rutuliukais. Cheminiai ryšiai vaizduojami strypeliais. Kaip matote, surinkta molekulė sudaryta iš dviejų elementų — anglies ir vandenilio. Šio junginio cheminė formulė CH_4.

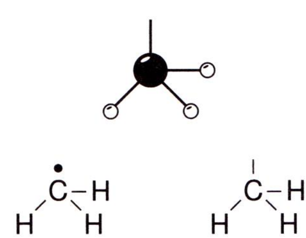
Junginiai, sudaryti iš anglies ir vandenilio, vadinami *angliavandenìliais*.

Turbūt pastebėjote, kad šiame junginyje anglies atomas sudaro 4 cheminius ryšius. Anglis keturvalentė. Atkreipkite dėmesį į metano struktūrą — cheminiai ryšiai išsidėstę erdvėje tvarkingai. Sujungę jų viršūnes gautume taisyklingą tetraedrą (13.2 pav.). Tuo metano struktūra primena deimanto struktūrą. Tačiau deimantą sudaro ne vienas, o daugybė anglies atomų. Sujungę anglies atomus, gautume anglies atomų grandìnę.

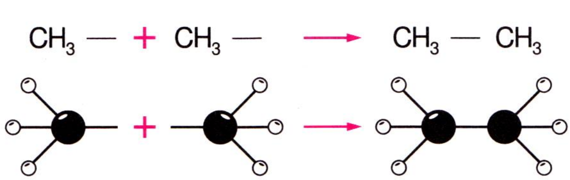
Surinkite dar kelis metano molekulių modelius. Dabar vietoj vandenilio atomų, kaip pavaizduota 13.3 paveiksle, sujunkite juos tarpusavyje. Taip gautas angliavandenilis iš dviejų anglies atomų vadinamas etanu C_2H_6, iš trijų — propanu C_3H_8. Jeigu grandinę pailgintume dar vienu anglies atomu, gautume butaną C_4H_{10}. Palyginkite butano ir propano modelius. Kaip matyti, butanas nuo propano skiriasi viena $—CH_2—$ atomų grupe. Taip nuosekliai ilginant grandinę $—CH_2—$ grupe, gauname pentaną, heksaną ir kitus angliavandenilius (13.1 lentelė). Beje, šioje lentelėje atskiromis jungtimis nevaizduojami C—H ryšiai, tokia struktūrinė formulė yra sutrumpinta.



13.1 pav. Strypinis metano modelis



13.2 pav. Strypinio modelio ir tetraedro palyginimas



13.3 pav. Metalo modelių jungimas be vandenilio atomų

Angliavandeniliai, turintys atvirąją grandinę ir tik viengubuosius cheminius ryšius, vadinami *sočiaisiais*.

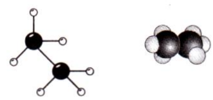
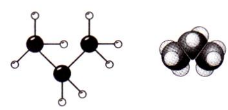
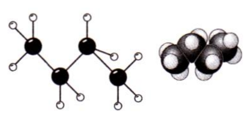
Sotieji angliavandeniliai pasižymi tokiomis ypatybėmis:

1) visi anglies atomai su kitais anglies atomais sujungti viengubaisiais ryšiais;
2) visų jų struktūra panaši, o grandinė ilginama —CH_2— grupėmis;
3) jei yra panaši šių angliavandenilių struktūra, vadinasi, yra panašios jų cheminės savybės.

Atkreipkite dėmesį: angliavandenilių žodžio šaknis *penta*-, *heksa*-, *hepta*- ir t. t. nusako, kiek anglies atomų turi angliavandenilis, o priesaga ir galūnė -*anas* rodo, kad cheminiai ryšiai tarp anglies atomų yra viengubieji.

Sočiųjų angliavandenilių bendroji formulė C_nH_{2n+2}; čia n — anglies atomų skaičius.

13.1 lentelė

Sotusis angliavandenilis	Sudėtis	Sutrumpinta struktūrinė formulė ir modelis
Metanas	CH_4	CH_4 
Etanas	C_2H_6	CH_3CH_3 
Propanas	C_3H_8	$CH_3CH_2CH_3$ 
Butanas	C_4H_{10}	$CH_3CH_2CH_2CH_3$ 
Pentanas	C_5H_{12}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$
Heksanas	C_6H_{14}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$
Heptanas	C_7H_{16}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$
Oktanas	C_8H_{18}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$
Nonanas	C_9H_{20}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$
Dekanas	$C_{10}H_{22}$	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$

?

1 Ką vadiname angliavandeniliais?

2 Kurios iš parašytų junginių formulių yra angliavandenilių:
a) C_2H_6; b) CH_3NH_2; c) CH_3OH; d) C_6H_6; e) CH_3COOH; f) C_4H_6.

3 Nurodykite šių junginių pavadinimus:
a) CH_3CH_3; b) $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$; c) $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$; d) $CH_3CH_2CH_3$; c) $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$.

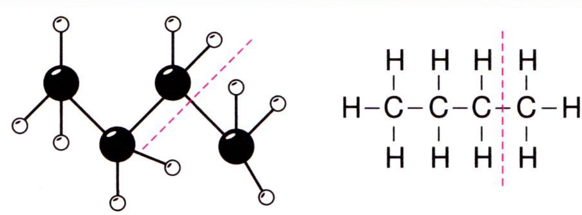
4 Parašykite šių junginių struktūrines formules. Naudodamiesi 13.1 lentele, nurodykite junginių pavadinimus:
a) C_4H_{10}; b) C_2H_6; c) C_5H_{12}; d) C_6H_{14}.

5 Kurie iš pateiktų angliavandenilių yra sotieji:
a) C_2H_2; b) CH_2CH_2; c) C_8H_{18}; d) C_4H_8; e) C_6H_{12}; f) C_7H_{16}; g) C_7H_8; h) C_6H_6; i) $C_{10}H_{20}$.

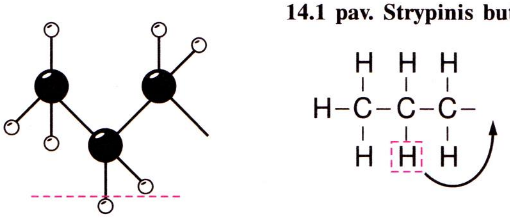
6 Apskaičiuokite anglies masės dalį propane ir dekane.

14. IZOMERAI

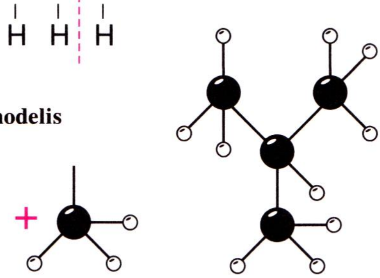
Surinkite strypinį butano molekulės modelį (14.1 pav.). Dabar iš šio modelio atskirkite galinį anglies atomą kartu su trimis vandenilio atomais. Nuo vidurinio likusios grandinės anglies atomo atskirkite vandenilio atomą (14.2 pav.). Prijunkite anglies atomą prie grandinės vidurinio anglies atomo, o laisvą vandenilio atomą — prie galinio grandinės anglies atomo (14.3 pav.). Kaip matote, pasikeitė tik gautos molekulės struktūra, tačiau sudėtis liko nepakitusi — molekulėje yra 4 anglies ir 10 vandenilio atomų (t. y. tiek pat, kiek jų buvo anksčiau). Surinktas modelis atitinka junginį, turintį kitą pavadinimą — tai metilpropanas.



14.1 pav. Strypinis butano modelis



14.2 pav. Propilo liekana

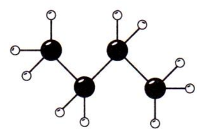
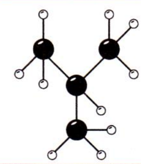
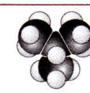


14.3 pav. Izopropano (metilpropano) stripinis modelis

Palyginkite butano (pradinio angliavandenilio) ir metilpropano savybes (14.1 lentelė).

14.1 lentelė

Butano ir metilpropano savybių palyginimas

Angliavandenilis	Butanas	Metilpropanas
Sudėtis	C_4H_{10}	C_4H_{10}
Struktūrinė formulė	$CH_3—CH_2—CH_2—CH_3$	$CH_3—CH—CH_3$ | CH_3
Strypinis modelis		
Erdvinis modelis		
Lydymosi temperatūra, °C	–138,4	–159,6
Virimo temperatūra, °C	–0,5	–11,7
Tankis, g/cm³ (–25 °C)	0,573	0,551

Kaip matyti, šie junginiai skiriasi sandara, lemiančia skirtingas jų savybes.

Medžiagų savybės priklauso ne tik nuo jų sudėties, bet ir nuo struktūros.

Medžiagos, turinčios tokią pat cheminę sudėtį, bet skirtingą struktūrą, vadinamos *izomèrais. Izomerai pasižymi skirtingomis fizikinėmis ir cheminėmis savybėmis.**

Dauguma tokios pat sudėties organinių junginių turi izomerų, kai kurie kelis, kiti — net tūkstančius (14.2 lentelė).

14.2 lentelė

Sočiųjų angliavandenilių izomerų skaičius

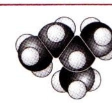
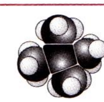
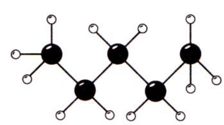
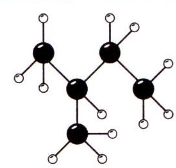
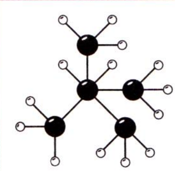
Angliavandenilis	Sudėtis	Izomerų skaičius	Angliavandenilis	Sudėtis	Izomerų skaičius
Metanas	CH_4	1	Heksanas	C_6H_{14}	5
Etanas	C_2H_6	1	Heptanas	C_7H_{16}	9
Propanas	C_3H_8	1	Oktanas	C_8H_{18}	18
Butanas	C_4H_{10}	2	Nonanas	C_9H_{20}	35
Pentanas	C_5H_{12}	3	Dekanas	$C_{10}H_{22}$	75

* Gr. *izos* — lygus, vienodas, panašus + *meros* — dalis

Kuo ilgesnė anglies atomų grandinė, tuo daugiau galimybių susidaryti skirtingos sandaros junginiams. Palyginkite 14.3 lentelėje pavaizduotus pentano izomerus.

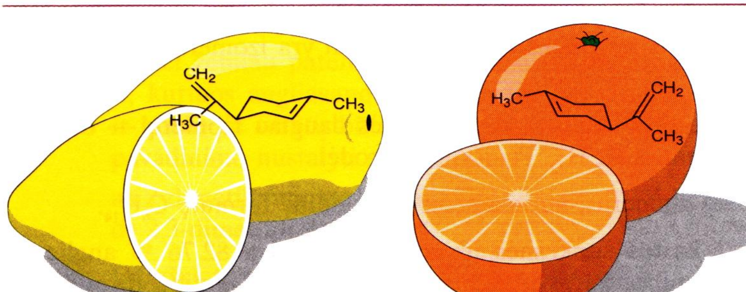
14.3 lentelė

Pentano izomerų palyginimas

Angliavandenilis	Pentanas	2-metilbutanas	Dimetilpropanas
Sudėtis	C_5H_{12}	C_5H_{12}	C_5H_{12}
Struktūrinė formulė	$CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—CH_3$	$CH_3—CH—CH_2—CH_3$ | CH_3	CH_3 | $CH_3—C—CH_3$ | CH_3
Strypinis modelis			
Erdvinis modelis			
Virimo temperatūra, °C	36,1	27,8	9,5

Atkreipkite dėmesį, kad molekulės yra erdvinės. Galimi net tokie izomerai, kurie skiriasi savo erdvine struktūra. Ši erdvinių izomerų ypatybė taip pat lemia skirtingas junginių savybes. Pavyzdžiui, įrodyta, kad citrinų ar apelsinų kvapą lemia tos pačios sudėties, bet skirtingos erdvinės struktūros junginys — limonenas. Tai matyti pateiktame 14.4 paveiksle.

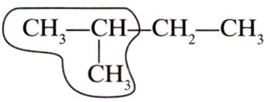
Kad nepasiklystume tarp tokios gausybės cheminių junginių, sukurtos taisyklės, kuriomis naudojasi viso pasaulio chemikai. Šias taisykles patvirtino Tarptautinė teorinės ir taiko-



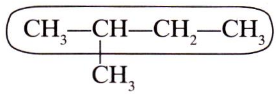
14.4 pav. Limonenas

mosios chemijos sąjunga — IUPAC. Angliavandenilių pavadinimai sudaromi remiantis keletu svarbiausių principų:

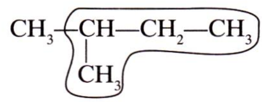
1. Nustatoma ilgiausia anglies atomų grandinė (turinti didžiausią nuosekliai sujungtų anglies atomų skaičių), pagal kurią bus vadinama angliavandenilio pavadinimo šaknis:



Trumpoji grandinė



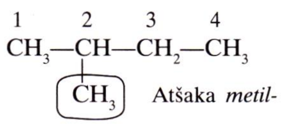
Ilgoji grandinė



Ilgoji grandinė

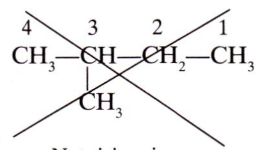
Ilgiausios grandinės angliavandenilio pavadinimas — butanas.

2. Ilgiausios grandinės anglies atomai sunumeruojami taip, kad atšaka būtų kuo arčiau ilgosios grandinės galo arba kad anglies atomo numeris būtų kuo mažesnis.



Teisingai

2-metilbutanas



Neteisingai

3. Nustatomas atšakos pavadinimas iš angliavandenilio pavadinimo šaknies, pakeitus priesagą ir galūnę *-anas* į priesagą *-il-*. Pavyzdžiui, metanas — *metil-*, etanas — *etil-*, propanas — *propil-* ir t. t.

4. Galiausiai pavadinime nurodoma: a) atšakos vieta (anglies atomo numeris); b) atšakos pavadinimas; c) ilgosios grandinės angliavandenilio pavadinimas. Taigi galutinė pentano izomero formulė yra 2-metilbutanas.

?

1 Ką vadiname izomerais? Kodėl organiniai junginiai turi izomerų?

2 Yra žinomi du gyvsidabrio junginiai, tos pačios sudėties, bet skirtingos struktūros: gyvsidabrio cianatas $Hg(CNO)_2$ ir gyvsidabrio fulminatas (perkūno gyvsidabris) $Hg(OCN)_2$. Abu šie junginiai labai nuodingi, tačiau gyvsidabrio fulminatas yra labai sprogus. Todėl jis naudojamas karo tikslais. Ar šie junginiai yra izomerai? Paaiškinkite kodėl.

3 Tiek junginys benzaldehidas C_6H_5CHO, tiek ir nitrobenzenas $C_6H_5NO_2$ kvepia karčiaisiais migdolais. Ar šie junginiai yra izomerai? Paaiškinkite kodėl.

4 Kuris iš šių sočiųjų angliavandenilių turės daugiau izomerų — dekanas $C_{10}H_{22}$ ar eikozanas $C_{20}H_{42}$. Paaiškinkite kodėl.

5 Pavaizduokite izomerus, atitinkančius molekulinę formulę C_6H_{14}.

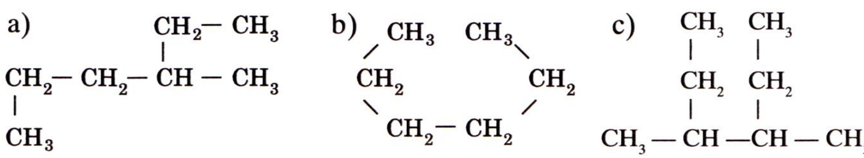
6 Dujos yra 2 kartus sunkesnės už orą. Dujose yra 82,76 % anglies ir 17,24 % vandenilio. Parašykite šios medžiagos molekulinę formulę bei galimus izomerus.

7 Dujose yra 85,71 % anglies ir 14,29 % vandenilio. Šių dujų tankis vandenilio atžvilgiu lygus 14,0. Parašykite šios medžiagos molekulinę ir struktūrinę formules.

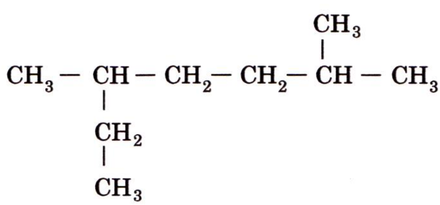
8 Dujose yra 81,82 % anglies ir 18,18 % vandenilio. Šių dujų vieno litro masė (n. s.) lygi 1,964 g. Parašykite šios medžiagos molekulinę ir struktūrinę formules.

9 Apskaičiuokite pentano sudėtį, išreikšdami elementų masės dalis procentais.

10 Kuri nurodytų angliavandenilių anglies atomų grandinės dalis yra ilgiausia:

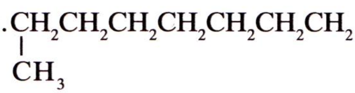
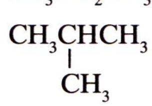


11 Kiek anglies atomų sudaro ilgiausią angliavandenilio grandinę:



a) 4; b) 5; c) 6;
d) 7; e) 8; f) 9?

12 Kairėje esančius angliavandenilius priskirkite dešinėje pavaizduotoms sutrumpintoms struktūrinėms formulėms:

a) propanas	1. 
b) oktanas	2. CH_4
c) heptanas	3. $CH_3CH_2CH_3$
d) metanas	4. 
e) 2-metilpropanas	5. $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$

13 Kodėl žemiau pateikti pavadinimai yra neteisingi? Pabandykite nustatyti, kuriuos angliavandenilius norėta pavadinti neteisingais pavadinimais ir kokie jie turėtų būti iš tikrųjų (pastaba — jei įmanoma iš neteisingo pavadinimo nustatyti struktūrą).

a) 2-dimetilbutanas; b) 4-metilpentanas; c) 1,4-dimetilbutanas;
d) 2,3-dimetilpropanas.

14 Užrašykite struktūrines šių junginių formules:

a) 2-metilheptanas; b) 3-etilpentanas; c) 3-etil-2-metiloktanas.

15. FIZIKINĖS IR CHEMINĖS SOČIŲJŲ ANGLIAVANDENILIŲ SAVYBĖS

15.1. Fizikinės savybės

Sotieji angliavandeniliai vadinami *alkānais*.

Pirmieji keturi alkanų eilės nariai yra bekvapės dujos. Aukštesnieji — silpnai kvepiantys skysčiai (C_5—C_{13}), kiti — (>C_{14}) — kietos, beveik bekvapės medžiagos (pavyzdžiui, parafinas) (15.1 lentelė).

15.1 lentelė

Fizikinės alkanų savybės

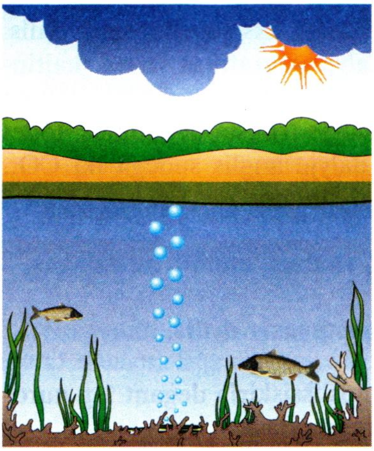
Angliavandenilis	Molekulinė formulė	Virimo temp., °C	Lydymosi temp., °C
Metanas	CH_4	–164,0	–182,5
Etanas	C_2H_4	–88,5	–183,3
Propanas	C_3H_8	–42,0	–189,7
Butanas	C_4H_{10}	–0,5	–138,4
Pentanas	C_5H_{12}	36,0	–129,7
Heksanas	C_6H_{14}	68,7	–95
Heptanas	C_7H_{16}	98,5	–90,6
Oktanas	C_8H_{18}	125,6	–56,8
Nonanas	C_9H_{20}	150,7	–51
Dekanas	$C_{10}H_{22}$	174,1	–29,7

Metanas yra pagrindinė sudedamoji gamtinių dujų dalis (nuo 60 % iki 99 %). Gamtinėse dujose taip pat aptinkama nedaug etano, propano ir butano. Nemažai metano susidaro pūvant ar rūgstant įvairioms organinėms medžiagoms (mėšlui, srutoms, dumblui). Dažnai galima pastebėti, kaip iš tvenkinio dugno kyla bekvapių dujų burbuliukai. Tai metanas, susidaręs pūvant dumblui (15.1.1 pav.).

Įvairias atliekas (srutas, maisto likučius ir kt.) galima rauginti ar pūdyti specialiuose įrenginiuose, o susidariusį metaną, vadinamą biodujomis, naudoti kaip kurą patalpoms šildyti. Toks kuras ypač naudingas ūkininko sodyboje (15.1.2 pav.).

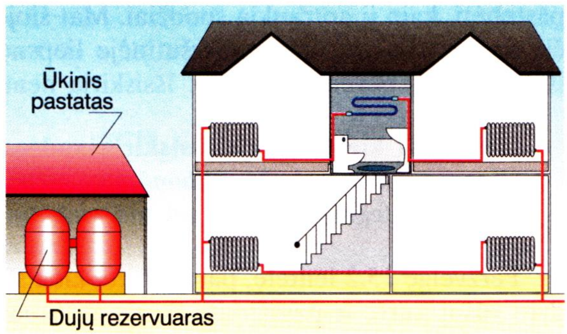
Daug angliavandenilių gaunama iš perdirbamos naftos.

Nafta ir gamtinės dujos yra pagrindiniai angliavandenilių šaltiniai.



15.1.1 pav. Tvenkinyje kyla metano dujų burbuliukai

15.1.2 pav. Biodujų gamyba ūkininko sodyboje



15.2. Degumas

Net apie 87 % pasaulyje išgaunamos naftos ir beveik visą gamtinių dujų kiekį žmonija sunaudoja kurui. Iš tikrųjų, uždegdami dujinę viryklę, atliekame cheminę reakciją.

CH_4	+	$2O_2$	$\rightarrow$	CO_2	+	$2H_2O$	+	Q
Metanas		Deguonis		Anglies(IV) oksidas		Vanduo		Šiluma

Suskystintosiose dujose propano degimą galima išreikšti lygtimi.

C_3H_8	+	$5O_2$	$\rightarrow$	$3CO_2$	+	$4H_2O$	+	Q
Propanas		Deguonis		Anglies(IV) oksidas		Vanduo		Šiluma

Atkreipkite dėmesį — šiai reakcijai reikia daugiau deguonies negu metano degimui. Todėl kad dujinės viryklės liepsna nešviestų, reikia papildomai tiekti orą.

Kartais net neįsivaizduojame, kokios sudėtingos cheminės reakcijos vyksta liepsnoje. Kai temperatūra aukšta, medžiagų molekulės jonizuojasi, susidaro jonai ir laisvieji elektronai.

Liepsna — tam tikra dalelių būsena, spinduliuojanti šviesą ir šilumą.

Žmonija jau seniai naudoja ugnį savo reikmėms. Ugnis šildė kuklius žmonių būstus, teikė jiems jaukumo. Ant ugnies buvo gaminamas maistas. Kai kurioms tautoms tai buvo tikėjimo, apsivalymo simbolis. Senovės lietuviai garbino šventąją ugnį, turėjo ugnies, namų židinio deivę Gabiją, jai aukojo aukas. Dabar mes taip pat ir linksmų, ir liūdnų įvykių, iškilmių ar švenčių proga dažnai uždegame žvakes. Plevenanti žvakės liepsna priverčia susimąstyti, nuteikia iškilmingai.

Žvakėje esantis parafinas lydosi, kyla dagtimi ir garuodamas dega. Stebėkite degančią žvakę (15.2.1 pav.). Galima išskirti tris jos liepsnos dalis. Degimo reakcija prasideda šaltojoje liepsnos dalyje. Parafinas virsta įkaitintomis ir šviečiančiomis anglies dalelėmis. Įkišus į šią dalį šaltą daiktą, galima pastebėti, kaip jį aptraukia suodžiai. Mat šioje dalyje trūksta deguonies, todėl čia anglis išsiskiria laisva. Viršutinėje liepsnos dalyje anglis sudega iki CO_2, ir šios dalies beveik nesimato. Išsiskiria nemažai šilumos.

Šilumos kiekis, kuris išsiskiria sudegant vienam moliui medžiagos, vadinamas *mòline degìmo šilumà*.
Molinė degimo šiluma yra tos reakcijos pastovusis dydis.

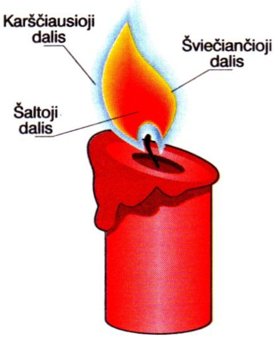
Peržvelgę 15.2 lentelę, palyginkite, kiek šilumos išsiskiria degant 1 g nurodytų rūšių kuro, ir pasakykite, kuris iš jų naudingiausias.

15.2 lentelė

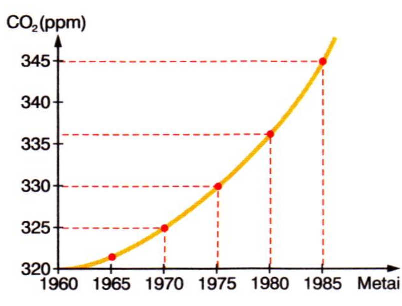
Įvairių kuro rūšių palyginimas

Kuras	Formulė	Molinė degimo šiluma, kJ/mol	Degimo šiluma, kJ/g
Vandenilis	H_2	286	143
Metanas	CH_4	890	56
Butanas	C_4H_{10}	2876	50
Oktanas	C_8H_{18}	5472	48
Cukrus	$C_{12}H_{22}O_{11}$	5641	17
Akmens anglys	—	—	33
Mediena	—	—	19

Kadangi molinė degimo šiluma yra pastovusis dydis, juo patogu remtis sprendžiant reakcijų lygtis. Pavyzdžiui, žinant sureagavusiosios medžiagos kiekį ir molinę degimo šilumą, galima apskaičiuoti, kiek šilumos išsiskyrė vykstant tai reakcijai.



15.2.1 pav. Žvakės liepsnos sandara



15.3.1 pav. Anglies dioksido pokytis atmosferoje

Pavyzdys

Apskaičiuokime, kiek šilumos išsiskyrė sudeginus 1 l metano dujų (n. s.).

Sprendimas

Reakcijos lygtis

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O + 890\ \text{kJ}.$$

Sudegusio metano molių skaičius:

$$n(CH_4) = \frac{V(CH_4)}{V_m}.$$

Išsiskyrusios šilumos kiekį pažymėkime x. Degant vienam moliui metano išsiskiria 890 kJ šilumos. Tada teisingas yra toks santykis:

$$\frac{x}{830\ \text{kJ}} = \frac{0,0446\ \text{mol}}{1\ \text{mol}}; \qquad x = 39,7\ \text{kJ}.$$

Atsakymas. Išsiskyrė 39,7 kJ šilumos.

Tiriant šiluminius efektus, daug pasidarbavo rusų mokslininkas G. Gesas (*Gess*).

15.3. Kuo pavojingas kuras

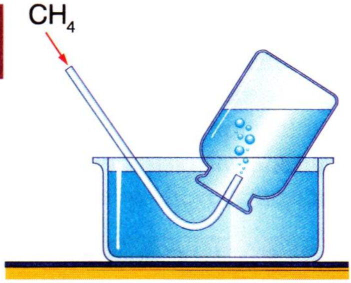
Deginant organinį kurą (dujas, naftos produktus), visada išsiskiria anglies(IV) oksidas. Atmosferoje jo kiekis kasmet didėja (15.3.1 pav.).

Mokslininkai prognozuoja, kad per didelis anglies(IV) oksido kiekis mūsų planetoje gali sukelti *šil̃tnamio efèktą*. Mat Saulės spinduliai, pasiekę Žemę, ją šildo, o dalis šilumos vėl išspinduliuojama į kosmosą. Anglies(IV) oksidas ir vandens garai sudaro tarsi šydą, pro kurį negali prasiskverbti spinduliai. Iki šiol Žemėje buvo nusistovėjusi tam tikra temperatūrų pusiausvyra. Nustatyta, kad jei nebūtų šiuo metu esamo anglies(IV) oksido ir vandens garų kiekio, mūsų planetos vidutinė temperatūra būtų –25 °C, t. y. artima Marso temperatūrai. Tačiau jei šių medžiagų padaugėtų, klimatas Žemėje labai atšiltų: imtų tirpti šiaurės ir pietų ašigalių ledynai. Vanduo apsemtų pajūrio miestus ir gyvenvietes, labiau garuotų jūrų ir vandenynų vanduo, dažnai lytų ir t. t. Todėl dauguma pasaulio valstybių 1990 m. Rio de Žaneirė (Brazìlija) susitarė mažinti anglies dioksido, išmetamo į atmosferą, kiekį.

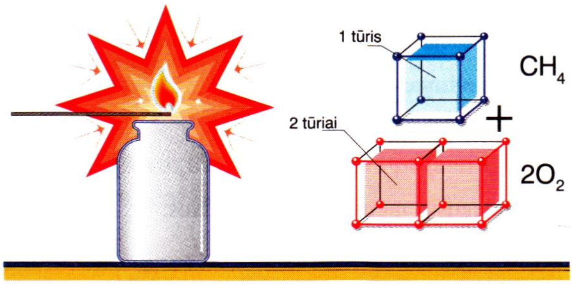
Dujinis kuras arba skystojo kuro garai dar labai pavojingi todėl, kad jų mišinys su oru yra sprogus.

***Sprogìmas* — greitai savaime vykstanti cheminė reakcija, kurią sukelia šiluma, šviesa arba smūgis.**

Dujų ir oro mišinio sprogimą gali sukelti menkiausia kibirkštėlė. Atlikite bandymą. Bet prieš tai užsidėkite apsauginius akinius!



15.3.2 pav. Į plastikinį indą leidžiamas metanas



15.3.3 pav. Metano ir deguonies santykis

***1 bandymas** (demonstracinis).*

1. Į plastikinį indą, išstūmę vandenį, prileiskite metano dujų. Jos turi sudaryti 1/3 butelio tūrio (15.3.2 pav.). Metano galima gauti iš dujotiekio arba cheminiu būdu, kaitinant bevandenį natrio acetatą (acto rūgšties druską) su natrio hidroksidu.

$$\underset{\text{Natrio acetatas}}{CH_3COONa(k.)} + NaOH(k.) \rightarrow Na_2CO_3(k.) + \underset{\text{Metanas}}{CH_4(d.)}$$

2. Į likusį indo tūrį prileiskite deguonies (iš dujomačio, dar vadinamo gazometru, arba kaitindami kalio permanganatą).

3. Po vandeniu butelį užkimškite kamščiu, stengdamiesi, kad neištekėtų surinktos dujos.

4. Ištraukite užkimštą indą iš vandens ir nuneškite prie liepsnos (degiklio arba degančios balanos). Atsargiai! Atkimšus kamštį, pasigirsta kurtinantis sprogimas. Metano ir deguonies tūrių santykį matote 15.3.3 paveiksle.

$$\underset{\substack{\text{Metanas}\\ \text{1 tūris}}}{CH_4(d.)} + \underset{\substack{\text{Deguonis}\\ \text{2 tūriai}}}{2O_2(d.)} \rightarrow CO_2 + 2H_2O(s.)$$

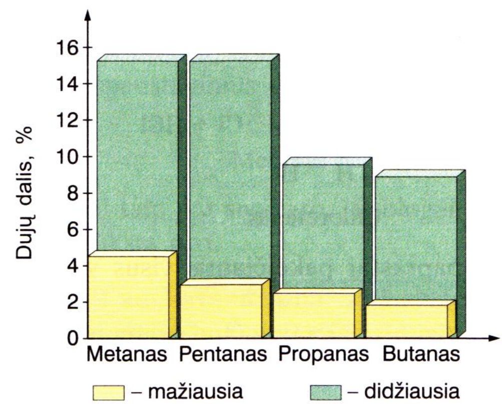
Dujų ir oro mišinys gali sprogti!

Kadangi deguonis sudaro tik 1/5 oro tūrio, geriausiai sprogsta 1 dalies metano ir 10 dalių oro mišinys. Tačiau sprogūs ir tie mišiniai, kurių dujų tūrio dalis yra mažesnė arba didesnė už tą, kurios reikia, kad vyktų reakcija. Šie dydžiai išreiškiami mažiausia ir didžiausia dujų tūrio dalimi ore (15.3.4 pav.).

Juo daugiau molių deguonies reikia 1 moliui dujų sudeginti, juo mažesnė yra dujų tūrio dalis sprogiajame mišinyje (palyginkite metano bei propano degimo reakcijų lygtis ir sprogiųjų mišinių sudėtį).

Propanas ir butanas — sunkesnės už orą dujos. Jeigu jų prisikaupia rūsyje, esančiame po virtuve, su oru gali susidaryti sprogusis mišinys. Todėl tokioje virtuvėje negalima naudotis dujine virykle.

Degiosios dujos yra bespalvės ir bekvapės, todėl pripildant balionus dujų perpumpavimo stotyse arba į dujotiekius prileidžiama nemalonų kvapą turinčių medžiagų. Pagal jas galima spręsti, ar nuteka dujos.



15.3.4 pav. Mažiausias ir didžiausias dujų santykis sprogiajam mišiniui susidaryti

?

1 Kaip gaunamas metanas? Kokios dujos vadinamos suskystintomis?

2 Ką vadiname biodujomis? Kodėl?

3 Parašykite šių angliavandenilių degimo reakcijų lygtis:
a) propano; b) butano; c) heksano; d) oktano.

4 Koks tūris deguonies (n. s.) sunaudojamas degant 7,2 g pentano?

5 Pilno 2 l talpos virdulio vandens temperatūra yra 10 °C. 1 g vandens sušildyti 1 °C reikia 4,18 J šilumos. Kokį tūrį metano reikia sudeginti, kad vanduo užvirtų?

6 Automobilis, važiuodamas iš Vilniaus į Kauną (100 km), sudegino 8 l benzino. Benzino tankis — 0,7 g/cm^3. Laikydami, kad benzinas — oktano izomerų mišinys, apskaičiuokite, koks tūris oro sunaudotas. Ore yra 21 % deguonies.

7 Kas yra šiltnamio efektas? Koks jo poveikis planetos klimatui?

8 Apskaičiuokite, koks turėtų būti propano ir oro tūrių santykis, kad degimo reakcija vyktų iki galo. Kuo pavojingas toks mišinys?

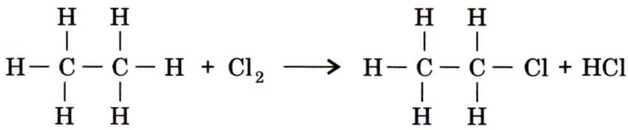
9 Apskaičiuokite, koks tūris anglies(IV) oksido susidarys sudeginus 5,8 g butano, naudojamo dujiniams žiebtuvėliams užpildyti.

10 Koks kiekis šilumos išsiskiria sudegus 1,12 m^3 (n. s.) gamtinių dujų?

15.4. Kitos sočiųjų angliavandenilių cheminės savybės

Sotieji angliavandeniliai įprastomis sąlygomis nedalyvauja cheminėse reakcijose. Jų neveikia rūgščių ar šarmų tirpalai, metalai. Tai gana inertiškos medžiagos. Tačiau esant tam tikroms sąlygoms sotieji angliavandeniliai reaguoja su halogenais. Vykstant tokioms reakcijoms, halogenai (chloras ir bromas) gali pakeisti vieną ar kelis vandenilio atomus, sudarydami halogeninius angliavandenilių darinius.

Pavyzdžiui, iš etano taip pat galima gauti chloretaną.



Etanas Chloretanas

Labai aktyviai reaguoja fluoras, paprastai pakeičiantis visus vandenilio atomus.

Halogeniniai angliavandenilių dariniai plačiai naudojami pramonėje ir buityje (15.3 lentelė).

15.3 lentelė

Kai kurių angliavandenilių halogeninių darinių naudojimas

Pavadinimas	Cheminė formulė	Naudojimas
Dichlormetanas	CH_2Cl_2	Tirpiklis; acetatiniams pluoštams gaminti
Trichlormetanas (chloroformas)	$CHCl_3$	Žaliava freonams gaminti; narkotikas
Tetrachlormetanas (anglies tetrachloridas)	CCl_4	Tirpiklis; žaliava freonams gaminti
Etilo chloridas	C_2H_5Cl	Šaldo, naudojamas nuskausminti; žaliava organinės chemijos pramonėje
Etilo bromidas	C_2H_5Br	Narkotikas, mažina skausmą
Dichloretanas	$C_2H_4Cl_2$	Tirpiklis; žaliava polivinilchloridui gaminti
Freonas F-12	CF_2Cl_2	Šaldymo agentas (pavyzdžiui, šaldytuvuose „Snaigė"-117), medžiaga aerozoliams
Freonas F-11	$CFCl_3$	Šaldymo agentas; medžiaga aerozoliams

Freonai kelia grėsmę Žemės ozono sluoksniui. Šios medžiagos, patekusios į viršutinius atmosferos sluoksnius, reaguoja su ozonu. Todėl jau nuo 1978 m. daugelyje šalių aerozoliniai balionėliai su freonu nenaudojami. Stengiamasi jų atsisakyti ir konstruojant naujus šaldytuvus.

Daugelis halogeninių angliavandenilių darinių yra naudojami kovai su žemės ūkio kenkėjais ir augalų ligomis.

Esant aukštai temperatūrai ir katalizatoriams, gali nutrūkti angliavandenilių C—C ir C—H ryšiai. Vadinasi, vyksta **skilìmo** reakcijos. Jonavos azoto trąšų gamykloje „Achema“ iš metano išskiriamas vandenilis, kurio reikia, kad būtų gautas amoniakas.

$$CH_4(d.) + 2H_2O(s.) \rightarrow CO_2(d.) + 4H_2(d.)$$

Reakcija vyksta esant aukštai temperatūrai.

Kaitinant be oro, iš metano galima gauti suodžių. Jie reikalingi gaminant padangas, spaustuvinius dažus.

$$\underset{\text{Metanas}}{CH_4(d.)} \rightarrow \underset{\text{Suodžiai}}{C(k.)} + 2H_2(d.)$$

Suodžiai taip pat susidaro, jei blogai sureguliuota dujinė viryklė ir degimo mišinyje trūksta oro.

Sotieji angliavandeniliai su halogenais (išskyrus jodą) gali dalyvauti pakaitų reakcijose. Esant aukštai temperatūrai ir veikiant katalizatoriams, vyksta angliavandenilių skilimo reakcijos.

?

1 Kokios reakcijos būdingos sotiesiems angliavandeniliams? Kokių joms reikia sąlygų?

2 Kur naudojami halogeniniai angliavandenilių dariniai? Kuo jie ypatingi?

3 Kuo gamtai pavojingi freonai? Kodėl dabar aerozoliniuose balionėliuose vietoj freono naudojamas propanas? Kodėl ant aerozolinių balionėlių rašoma, kad draudžiama jais naudotis šalia atviros ugnies?

4 Parašykite lygtis reakcijų, kurių metu galima gauti šiuos halogeninius angliavandenilių darinius, pakeičiant du arba keturis vandenilio atomus metano molekulėje:
a) dichlormetaną; b) tetrachlormetaną (anglies tetrachloridą).

5 Ligoninėse jodoformas naudojamas kaip dezinfekantas. Parašykite jo struktūrinę formulę, žinodami, kad tai metano darinys, turintis 96,7 % jodo, 3,05 % anglies ir 0,25 % vandenilio.

6 Apskaičiuokite, kiek vandenilio dujų galima gauti iš 2,24 m^3 metano (n. s.) dujų. Koks tūris metano reikalingas 1 tonai amoniako pagaminti, sintetinant amoniaką iš azoto ir vandenilio?

7 Lietuva per metus suvartoja apie 4 mlrd. kubinių metrų gamtinių dujų. Apskaičiuokite, kaip pasikeistų Baltijos jūros vandens temperatūra, jei visos per metus gautos dujos būtų panaudotos jūros vandeniui šildyti. Baltijos jūros tūris — 20 300 km^3, vidutinė vandens temperatūra — 4 °C.

8 Apskaičiuokite, kiek suodžių išsiskirs ir koks tūris vandenilio (n. s.) susidarys kaitinant 300 kg etano.

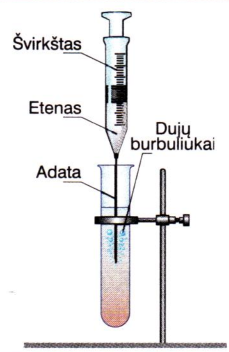
16. NESOTIEJI IR AROMATINIAI ANGLIAVANDENILIAI

Jau iš anglies struktūros aišku, kad anglies atomai gali jungtis vieni su kitais turėdami viengubuosius, dvigubuosius ar net trigubuosius cheminius ryšius. Grafitas ir fulerenas pasižymi tuo, kad anglies atomai šiose atmainose sudaro uždarą ciklą. Sočiaisiais vadinami angliavandeniliai, kuriuose visi cheminiai ryšiai yra viengubieji.

Angliavandeniliai, turintys dvigubųjų ar trigubųjų cheminių ryšių, vadinami *nesočiaisiais.*

Panagrinėkime trijų junginių: cheminę eteno, etino ir benzeno sandarą. Su etenu ir etinu galima atlikti bandymus. Benzenas yra labai nuodingas, gali sukelti vėžį, todėl bandymai su juo atliekami tik geroje traukos spintoje.

***Bandymas** (demonstracinis). Į tris mėgintuvėlius įpilta bromo vandens (arba kalio permanganato tirpalo). Į pirmą įleidus eteno dujų, į antrą — etino dujų, mėgintuvėlių tirpalų spalva pasikeičia, jie išblunka. Tai įrodymas, kad medžiaga chemiškai labai aktyvi. Į trečią mėgintuvėlį įlašinus benzeno, nieko nenutinka — kalio permanganato ar bromo spalva išlieka nepakitusi (16.1 pav.).*

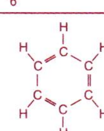
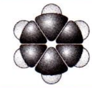


16.1 pav. Eteno ir benzeno sąveika su bromo vandeniu

Palyginkime šių junginių savybes ir struktūrą 16.1 lentelėje.

16.1 lentelė

Sočiųjų, nesočiųjų ir aromatinių angliavandenilių sandaros bei savybių palyginimas

Pavadinimas	Etenas (etilenas)	Etinas (acetilenas)	Benzenas
Molekulinė formulė	C_2H_4	C_2H_2	C_6H_6
Struktūrinė formulė	$CH_2{=}CH_2$	$CH{\equiv}CH$	
Erdvinis molekulinis modelis			
Agregatinė būsena	Dujos	Dujos	Skystis
Išoriniai reakcijos su bromu požymiai	Išblunka	Išblunka	Nepakinta



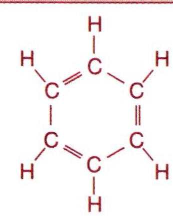
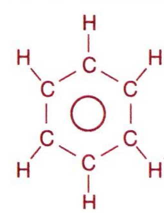
Kaip matyti, savybės labai ryškiai priklauso nuo struktūros. Dvigubąjį cheminį ryšį turintys junginiai gali visai lengvai prijungti įvairius junginius, tada dvigubasis ryšys suyra.

$$CH_2{=}CH_2 + Br_2 \rightarrow \underset{}{\overset{Br}{\overset{|}{CH_2}}}{—}\underset{\underset{Br}{|}}{CH_2}$$

Tas pats pasakytina ir apie etiną. Jis taip pat chemiškai labai aktyvus, tarsi turėtų du dvigubuosius ryšius vienoje molekulėje. Kodėl tada benzenas nėra toks aktyvus? Tai dėl ypatingos jo struktūros. Nors struktūrinėje benzeno formulėje (ji vadinama Kekulės formule, vokiečių chemiko garbei) yra vaizduojami dvigubieji ryšiai, iš tikrųjų jie labai taisyklingai pasiskirstę po visą molekulę (žr. molekulinį modelį). Teisingiau būtų vaizduoti benzeną, kad jo cheminiai ryšiai yra tolygiai padalyti tarp visų anglies atomų (16.2 lentelė).

16.2 lentelė

Benzeno formulės

Formulė	Kekulės formulė	Šiuolaikinė formulė
Struktūrinė formulė		
Anglies atomų skeleto formulė (sutrumpinta schema)		

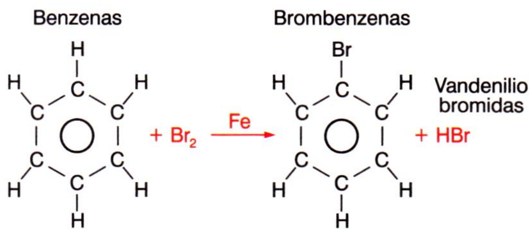
Pasakojama, kad F. Kekulė (*Kekule;* 1829–1896) susapnavo šią formulę. Sapne jis matė šešias susikibusias beždžiones, kurios laikėsi įsikibusios už uodegos viena kitai, sudarydamos uždarą ratą, ir sukosi.

Kadangi pirmą kartą benzenas ir jo dariniai buvo gauti iš Afrikoje augusių kvapiųjų augalų (cinamonų, vanilių), visi šie junginiai, turintys benzeno žiedo liekanų, vadinami ***aromãtiniais***.

Ypatingomis sąlygomis aromatiniai angliavandeniliai (arenai) gali reaguoti, bet tada vienas ar keli benzeno žiedo vandenilio atomai yra pakeičiami atomų grupėmis, o dvigubųjų ryšių sistema išlieka nepakitusi (16.2 pav.). Pavyzdžiui, taip gaminamas nitrobenzenas, trinitrotoluenas (trotilas) ir kiti svarbūs cheminiai produktai.

Trinitrotoluenas yra sprogstamoji medžiaga (16.3 pav.).

Svarbiausios nesočiųjų angliavandenilių reakcijos yra jungimosi reakcijos, aromatinių angliavandenilių — pakaitų reakcijos.



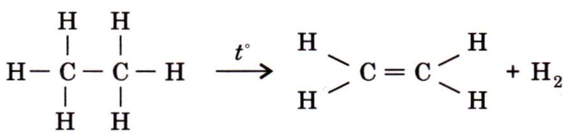
16.2 pav. Brombenzeno susidarymas iš benzeno



16.3 pav. Trinitrotolueno naudojimas sprogmenims

Tam tikromis sąlygomis aromatiniai angliavandeniliai taip pat gali prijungti halogenus, tačiau reakcija vyksta daug lėčiau ir sunkiau negu su nesočiaisiais angliavandeniliais.

Benzenas gaunamas iš akmens anglių koksavimo produktų ir naftos (akmens anglyse yra grafitinės struktūros fragmentų), o etenas gaminamas iš sočiojo angliavandenilio etano, vykstant skilimo reakcijai aukštoje temperatūroje su katalizatoriais. Reakcijos metu gaunamas vandenilis.



Etanas Etenas Vandenilis

Vykstant skilimo reakcijoms, aukštesnieji angliavandeniliai taip pat gali skilti iki eteno ir kitų junginių.

Laboratorijoje etinas gali būti gautas iš kalcio karbido CaC_2. Šia medžiaga suvirinama. Į aparatą dedama skaldyto kalcio karbido ir užpilama vandeniu. Vykstant reakcijai, išsiskiria dujos etinas (acetilenas) C_2H_2. Jas sumaišius su deguonimi ir uždegus, susidaro labai aukšta liepsnos temperatūra, todėl šia liepsna pjaustomi metalai (16.4 pav.).

Etenas turi įdomią savybę — jis padeda vaisiams ir uogoms greičiau nokti. Pavyzdžiui, nuskintus žalius bananus galima atvežti iki Lietuvos ir laikyti šaltai. Norint parduoti bananus, tereikia juos kiek palaikyti kameroje, kurioje yra eteno dujų, bananai bemat prinoksta (16.5 pav.). Etenas nėra kenksmingas.

Sudarant nesočiųjų angliavandenilių pavadinimus, sočiųjų angliavandenilių pavadinimų šaknis išlieka, o priesaga ir galūnė *-anas* keičiama į priesagą *-enas* (jei angliavandeniliai turi dvigubąjį ryšį) arba *-inas* (jei sudaromi angliavandenilių, turinčių trigubąjį ryšį, pavadinimai). Jei reikia, dvigubojo ar trigubojo ryšio vieta nurodoma numeriu. Čia laikomasi tokios pat taisyklės — numeris turi būti mažiausias.

$CH{\equiv}C{-}CH_3$ — Propinas

$CH_2{=}CH{-}CH_2{-}CH_3$ — 1-butenas

$CH_3{-}CH{=}CH{-}CH_3$ — 2-butenas

?

1 Kokie angliavandeniliai vadinami nesočiaisiais?

2 Kodėl benzeno molekulės liekaną turintys angliavandeniliai vadinami aromatiniais? Paaiškinkite šio pavadinimo istorinę kilmę ir cheminę reikšmę.

3 Toluenas vadinamas metilbenzenu. Vienas iš benzeno vandenilių jame yra pakeistas metano molekulės liekana. Parašykite šio junginio molekulinę ir struktūrinę formules.

4 16.6 paveiksle pavaizduoti du junginiai. Viename jų yra dvigubasis, kitame — trigubasis cheminis ryšys. Parašykite struktūrines šių junginių formules.

5 Naudodamiesi šiame skirsnyje esančiu pavyzdžiu, parašykite reakcijų lygtis:

a) tarp eteno ir chloro; b) tarp propeno ir bromo.

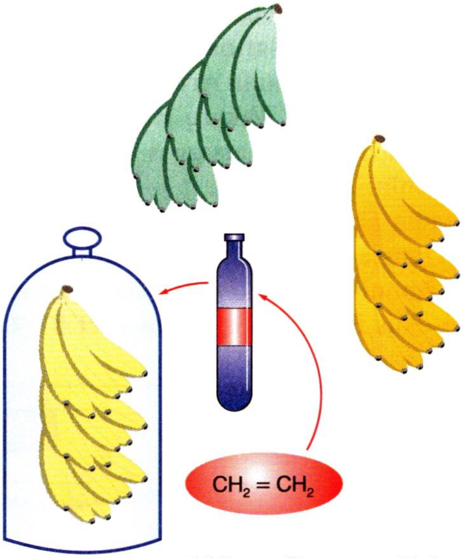
6 Ar išbluks bromo vanduo, jeigu į jį bus įpilta:

a) hekseno; b) heksano; c) pentano.

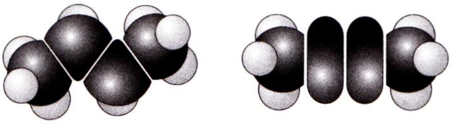
7 Apskaičiuokite, kokio tūrio deguonies reikės 1 m^3 (n. s.) etino dujų sudeginti?



16.4 pav. Etino liepsna pjaustomi metalai



16.5 pav. Bananų nokinimas eteno kamerose



16.6 pav. Erdviniai butino ir buteno molekulių modeliai

17. GAMTINIAI ANGLIAVANDENILIŲ ŠALTINIAI

Pagrindiniai gamtiniai angliavandenilių šaltiniai yra dujos, nafta ir akmens anglių perdirbimo produktai.

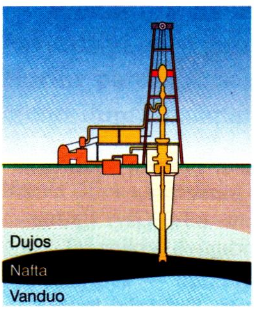
Gamtinės dujos ir nafta gaunamos iš Žemės gelmių (17.1 pav.), o akmens anglys kasamos. Lietuvoje nafta išgaunama iš beveik 1,8 km gylio. Iki šiol neaišku, kaip susidarė šie gamtiniai angliavandeniliai. Pagal vieną teoriją jie susiformavo žiloje senovėje, kai Žemėje vyravo jūriniai mikroorganizmai. Žuvę jie nugrimzdavo į jūros dugną ir, veikiami didžiulio slėgio, šilumos ir bakterijų, virto nafta ir dujomis. Vadinasi, tai ilgainiui išsenkantys šaltiniai, todėl juos reikia ypač tausoti. Spėjama, kad metano yra kitose planetose (pavyzdžiui, Marse), taigi dujos, nafta galėjo susidaryti ir kitokiu būdu.

Manoma, kad dabar Žemėje iš viso yra 135 mlrd. tonų naftos atsargų. Šiek tiek naftos (išžvalgyta apie 5 mln. tonų) yra vakarinėje Lietuvos dalyje, keletas gręžinių jau eksploatuojama. Spėjama, kad nemažai naftos yra po Baltijos jūra. Vieną tokį telkinį eksploatuoja Rusija. Baiminamasi, kad tai gali tapti skaudžia ekologine Baltijos jūros rykšte.

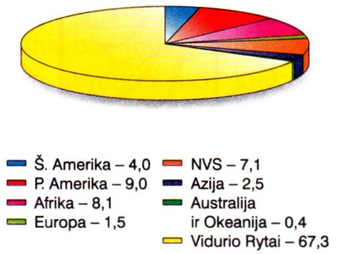
Per metus visame pasaulyje sunaudojama daugiau kaip 3 mlrd. tonų naftos ir jos produktų. Naftos atsargų Žemėje yra labai nevienodai (17.2 pav.). Daugiausia jos išgaunama Artimuosiuose Rytuose, o daugiausia sunaudojama Šiaurės Amerikoje ir Vakarų Europoje.

Lietuvos naftos atsargos labai menkos. Kasmet mūsų šalis sunaudoja apie 4—5 mln. tonų naftos ir jos produktų, todėl didžioji jos dalis į Lietuvą yra įvežama iš svetur.

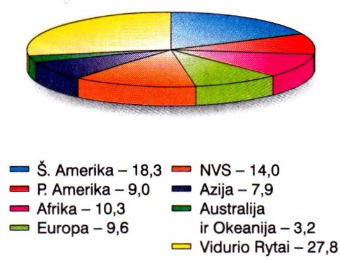
Daugiausia angliavandeniliai deginami kaip kuras (17.3 pav.). Ilgą laiką tam žmonija naudojo medį, vėliau akmens anglis. Tik XIX—XX amžių sandūroje dalis išgaunamos naftos (net 87 %) ir beveik visos gamtinės dujos sude-



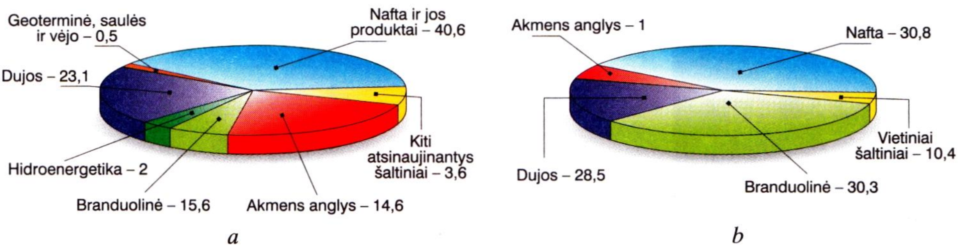
17.1 pav. Naftos gręžinys



17.2 pav. Naftos ištekliai (%)



17.3 pav. Naftos gavimas (%)



17.4 pav. Energijos šaltiniai (%): *a* — Europos Sąjungoje; *b* — Lietuvoje

ginamos. Rusų chemikas D. Mendelejevas yra pasakęs: „Deginti naftą — tas pats, kas kūrenti krosnį popieriniais pinigais“. Deja, organinio kuro dalis ir Lietuvos, ir Europos energetikoje labai didelė (17.4 pav.).

Dujos tiekiamos vamzdynais, kaupiamos požeminiuose rezervuaruose. Paprastai kurui jos naudojamos neperdirbtos. Tačiau naftą perdirbti būtina.

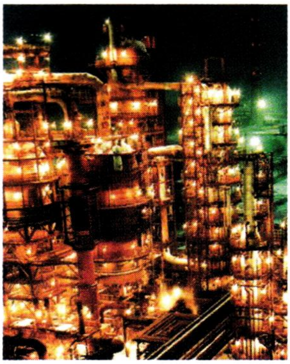
Nafta yra angliavandenilių mišinys.
Naftą galima perdirbti dviem būdais — distiliavimo ir krekingo būdu.

Distiliuojant iš naftos, pritaikius skirtingas virimo temperatūras, išskiriami angliavandeniliai (17.1 lentelė).

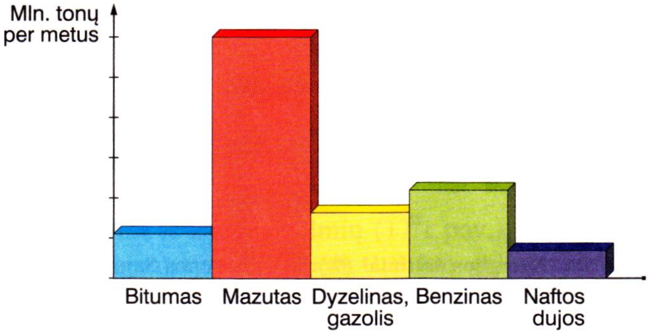
17.1 lentelė

Naftos produktai

Naftos produkto pavadinimas	Virimo temperatūra, °C	Anglies atomų skaičius molekulėje	Paskirtis
Naftos dujos	< 20	C_1—C_4	Degalai, suskystintos dujos (C_3—C_4)
Petroleteris	20—120	C_5—C_7	Tirpiklis
Benzinas	100—200	C_7—C_{10}	Automobiliniai degalai
Žibalas	200—300	C_{11}—C_{18}	Aviaciniai degalai
Dyzelinas ir gazolis	250—350	> C_{16}	Dyzelinių variklių degalai
Mazutas	300—370	> C_{20}	Krosnių degalai, žaliava krekingui; tepalams, parafinui gaminti
Bitumas	> 370	C_{20}—C_{100} ir daugiau	Nedistiliuojama liekana
			Izoliacinė medžiaga; keliams tiesti



17.5 pav. **Mažeikių naftos perdirbimo įmonė**



17.6 pav. **Naftos produktai**

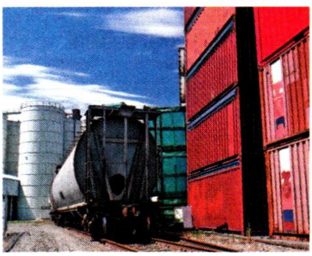
Nafta distiliuojama aukštose rektifikavimo kolonose. Todėl šiuolaikinė naftos gamykla — tai metalinės uždaros kolonos, ilgi vamzdynai. Tokia yra Mažeikių naftos perdirbimo įmonė, galinti kasmet perdirbti daugiau kaip 12 mln. tonų naftos (17.5 pav.).

Iš sunkiųjų naftos produktų (pavyzdžiui, mazuto) krekingo būdu galima gaminti šviesiuosius produktus (žibalą, benziną). Tai ilgesniųjų angliavandenilių skaidymo būdas (prisiminkite alkenų susidarymo reakciją). Pavyzdžiui, angliavandenilis $C_{16}H_{34}$ gali skilti taip:

$$\underset{\text{Heksadekanas}}{C_{16}H_{34}} \rightarrow \underset{\text{Oktanas}}{C_8H_{18}} + \underset{\text{Oktenas}}{C_8H_{16}};$$

$$\underset{\text{Oktanas}}{C_8H_{18}} \rightarrow \underset{\text{Heksanas}}{C_6H_{14}} + \underset{\text{Etenas}}{C_2H_4}.$$

Krekingo metu gaunamus dujinius produktus (eteną, propeną, vandenilį ir kt.) galima perdirbti arba sudeginti.



Benzenas ir jo dariniai. Išdistiliavus išskiriami angliavandeniliai ir kt.

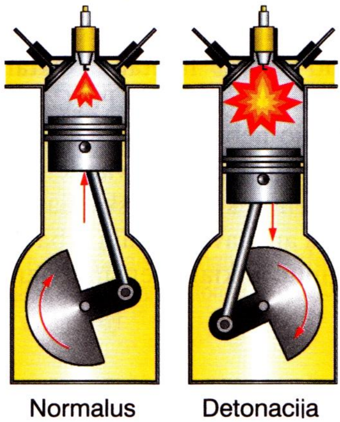


Korytosios, aktyvintosios anglys. Naudojamos metalurgijoje



Amoniakas, vandenilis, etenas. Naudojami azoto trąšoms gauti, taip pat kaip kuras

17.7 pav. **Koksavimo produktai**



17.8 pav. Detonacija vidaus degimo variklyje

Mažeikių naftos perdirbimo įmonėje gaminama daug įvairių naftos produktų (17.6 pav.). Apie 17 % naftos yra perdirbama krekingo būdu.

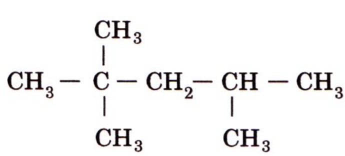
Akmens anglių koksavimas. Daug angliavandenilių gaunama koksuojant akmens anglis. Koksavimas — tai anglių kaitinimas be oro, esant aukštai temperatūrai (apie 1000 °C). Reakcijos produktai — kietas koksas, degutas ir koksavimo dujos. Koksavimo dujose yra amoniako, vandenilio, eteno, o degute — benzeno ir jo darinių (17.7. pav.).

Benzinas — laki naftos frakcija, naudojama kaip automobiliniai degalai. Turbūt pastebėjote, kad benzino rūšis apibūdinama tam tikrais skaičiais, pavyzdžiui: A-92, A-95, A-98. Ką jie reiškia?

Prisiminkite iš fizikos kurso, kaip veikia vidaus degimo variklis. Jame benzino ir oro garai stūmokliu suslegiami, o žvakė tuo metu įskelia kibirkštį. Kartais mišinys užsiliepsnoja savaime, įvyksta sprogimas, arba *detonãcija* (17.8 pav.), todėl greičiau dėvisi variklis. Kiekvienam varikliui turi būti pritaikytas reikiamos kokybės benzinas. Labai sprogūs yra linijinių angliavandenilių ir oro mišiniai, o šakotųjų angliavandenilių mišiniai su oru atsparesni detonacijai. Benzino rūšis apibūdinama *oktãniniu skaĩčiumi*. Laikoma, kad heptanas turi nulinį oktaninį skaičių, o izooktanas (2,2,4-trimetilpentanas) — 100-ąjį.

$$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$$

Heptanas



Izooktanas
(2,2,4-trimetilpentanas)

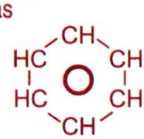
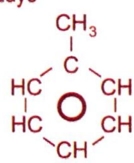
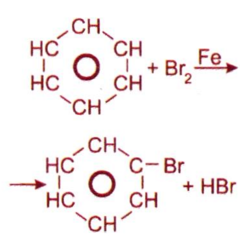
Vadinasi, **šakotieji angliavandeniliai turi didesnį oktaninį skaičių**. Taigi užrašas A-95 reiškia, kad benzino tokios pat detonacinės savybės kaip ir mišinio, sudaryto iš 95 % (pagal masę) izooktano ir 5 % heptano. Oktaninis skaičius anksčiau buvo padidinamas pridėjus organinio junginio $Pb(C_2H_5)_4$ — tetraetilšvino. Tačiau dauguma Europos valstybių jo nebenaudoja, nes degimo metu išsiskyręs švinas nuodija orą, teršia pakelių dirvožemį ir vandenis. Pritaikius naujas technologijas, gaminamas labai didelio oktaninio skaičiaus benzinas. Perdirbimo metu gaunama daugiau šakotųjų angliavandenilių arba pridedama įvairių bešvinių šakotosios struktūros junginių. Tokiam benzinui nereikia švino junginių priedų.

?

1. Kokiais būdais galima perdirbti naftą? Kuris iš jų fizikinis, o kuris — cheminis?
2. Kokių angliavandenilių — aromatinių ar nearomatinių — yra daugiau naftoje ir kokių — akmens anglių degute? Atsakydami remkitės grafito struktūra, būdinga ir akmens anglims.
3. Kodėl naftos produktus pavojinga naudoti kaip kurą? Kokius padarinius tai gali sukelti? Kokių dar žinote energijos šaltinių?
4. Tarkime, kad benzinas sudarytas tik iš heptano ir izooktano mišinio. Sudegus 1 g tokio benzino, išsiskyrė 3,0872 g CO_2. Koks šio benzino oktaninis skaičius?
5. Paprastai naftoje yra apie 85 % anglies. Apskaičiuokite, koks tūris CO_2 (n. s.) kasmet išmetamas į atmosferą Lietuvoje, jei per metus sudeginama 90 % iš 4 mln. tonų naftos.
6. Pasaulyje kasdien sunaudojama apie 8,2 mln. tonų naftos (dvigubai daugiau negu Lietuvoje per metus). Apskaičiuokite, kiek naftos kasdien sunaudojama Lietuvoje ir kokia tai pasaulyje sunaudojamo kiekio dalis?
7. Kaip galima atpažinti, kad benzinas gautas krekingo būdu?

18. ANGLIAVANDENILIŲ SAVYBIŲ APIBENDRINIMAS

Angliavandeniliai

Sotieji	Nesotieji	Aromatiniai (arenai)
Visi ryšiai, kuriais sujungti anglies ir vandenilio atomai, yra viengubieji	Yra dvigubųjų >C=C< arba trigubųjų C≡C cheminių ryšių	Molekulėje yra benzeno žiedas 
Bendroji formulė C_nH_{2n+2}	Bendroji formulė C_nH_{2n} arba C_nH_{2n-2} ir kt.	Bendrosios formulės nėra
Pavyzdžiai: CH_4 — metanas C_2H_6 — etanas C_3H_8 — propanas	Pavyzdžiai: C_2H_4 — etenas C_3H_6 — propenas C_2H_2 — etinas	Pavyzdys  Toluenas
Chemiškai mažai aktyvūs, reaguoja ypatingomis sąlygomis	Chemiškai labai aktyvūs, greitai reaguoja	Chemiškai aktyvūs, bet mažiau už nesočiuosius
Būdingiausia reakcija — pakaitų (vandenilis pakeičiamas kitu atomu)	Būdingiausia reakcija — jungimosi, kai išnyksta dvigubasis cheminis ryšys	Lengviausiai vyksta pakaitų reakcijos, nors gali vykti jungimosi (ypatingomis sąlygomis)
$CH_3-CH_3 + Cl_2 \rightarrow$ $\rightarrow CH_3-CH_2-Cl + HCl$	$CH_2{=}CH_2 + Br_2 \rightarrow$ $\rightarrow BrCH_2-CH_2Br$	
	Visi angliavandeniliai dega	
Degimas $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$	Degimas $C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$	Degimas $2C_6H_6 + 15O_2 \rightarrow 12CO_2 + 6H_2O$

19. FUNKCINIŲ GRUPIŲ CHEMIJA

19.1 Funkcinės grupės

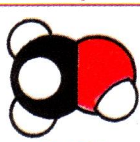
Nors anglis ir vandenilis — pagrindiniai organinių junginių cheminiai elementai, tačiau, be jų, šiuose junginiuose yra kitokių elementų, visų pirma deguonies, azoto, sieros, fosforo. Šių elementų atomų yra funkcinėse grupėse.

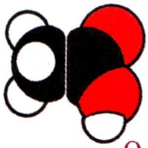
***Fùnkcinėmis grùpėmis* vadinamos molekulės struktūrinės dalys, būdingos tik tai organinių junginių klasei ir lemiančios junginio chemines savybes.**

Išnagrinėkime pateiktus modelius ir junginių formules (19.1 lentelė). Atkreipkite dėmesį — metilo radikalas (CH_3–) kiekvienu atveju būna sujungtas su skirtingomis funkcinėmis grupėmis. Tokių junginių savybės nepaprastai skiriasi, nes jas lemia funkcinė grupė. Pagal šias grupes junginiai priskiriami įvairioms klasėms (19.1 lentelė).

19.1 lentelė

Kai kurių skirtingų klasių junginių savybių palyginimas

Modelis ir formulė	Pavadinimas	Savybės	Funkcinė grupė	Klasė
 CH_3Cl	*Chlor*metanas	Vandenyje mažai tirpios, saldžiai kvepiančios dujos; virimo temperatūra yra –24,2 °C	$-Cl$	Halogeniniai dariniai
 CH_3OH	Metan*olis*	Silpnai kvepiantis, labai nuodingas, gerai tirpstantis vandenyje skystis; virimo temperatūra yra 65 °C; tirpalas neutralus	$-OH$	Alkoholiai
 CH_3NH_2	Metil*aminas*	Bjauraus kvapo, tirpstančios vandenyje dujos; virimo temperatūra yra –6,3 °C; tirpalas bazinis	$-NH_2$	Aminai
 $CH_3-\mathrm{C}\begin{smallmatrix}/\!\!/\mathrm{O}\\ \diagdown\mathrm{H}\end{smallmatrix}$	Etan*alis*	Supuvusių obuolių kvapo, tirpstantis vandenyje skystis; virimo temperatūra yra 20,8 °C; tirpalas neutralus	$-\mathrm{C}\begin{smallmatrix}/\!\!/\mathrm{O}\\ \diagdown\mathrm{H}\end{smallmatrix}$	Aldehidai

Modelis ir formulė	Pavadinimas	Savybės	Funkcinė grupė	Klasė
 $CH_3-C(=O)-OH$	Etano *rūgštis*	Aštraus kvapo medžiaga; vandeninis tirpalas vadinamas actu; virimo temperatūra yra 118 °C	$-C(=O)-OH$	Karboksirūgštys

Funkcinėmis grupėmis galėtume laikyti ir dvigubuosius bei trigubuosius ryšius.

O dabar išsiaiškinkime, kaip sudaromi šių junginių pavadinimai. Ir šiuo atveju svarbiausia žinoti anglies atomų skaičių molekulėje. **Visi pavadinimai sudaromi pagrindu laikant atitinkamo angliavandenilio, sujungto su funkcine grupe, pavadinimo šaknį. Jei funkcinėje grupėje yra anglies atomų, tai jie laikomi angliavandenilio liekanos anglies atomais** (19.2 lentelė).

19.2 lentelė

Įvairių junginių pavadinimų sudarymas

Junginių klasė	Funkcinė grupė	Pavadinimo sudarymas	Pavyzdys ir pavadinimas
Alkoholiai	$-OH$	Angliavandenilio pavadinimo šaknis + *-olis*	CH_3-OH Metan*olis*
Aldehidai	$-C(=O)-H$	Angliavandenilio pavadinimo šaknis (įskaitant funkcinės grupės C atomą) + *-alis*	$CH_3-C(=O)-H$ Etan*alis*
Rūgštys	$-C(=O)-OH$	Angliavandenilio pavadinimas (įskaitant funkcinės grupės C atomą) + *rūgštis*	$CH_3-C(=O)-OH$ Etano *rūgštis* (acto rūgštis)

Funkcinės grupės su angliavandenilių liekanomis gali būti susijungusios skirtingose vietose.

Viename junginyje gali būti kelios vienodos ar skirtingos funkcinės grupės.

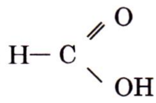
?

1 Ką vadiname funkcinėmis grupėmis?

2 Parašykite junginių formules, parinkdami iš 19.1 lentelės funkcines grupes, kuriose vietoj metilo būtų etilo grupės.

3 Žemiau pateikiamos struktūrinės junginių formulės:

a) $CH_3—CH_2—CH_2—OH$;

b) 

c) $CH_3—CH_2—CH_2—Br$;

d) $CH_3—CH_2—CH_2—NH_2$.

Parašykite molekulines šių junginių formules.

4 Pateikiamos molekulinės junginių formulės:

a) C_3H_8O; b) C_2H_6O; c) C_2H_7N; d) C_2H_5Br; e) C_2H_4O; f) $C_2H_6O_2$; g) C_3H_7Cl.

Remdamiesi 19.1 lentele, parašykite struktūrines šių junginių formules.

5 Apskaičiuokite kiekvieno elemento masės dalį junginyje C_2H_5Cl.

6 Molekulinė junginio formulė yra C_2H_6O. Tai gali būti:

a) alkoholis; b) rūgštis; c) aldehidas; d) aminas; e) halogeninis darinys.

Kuris atsakymas teisingas?

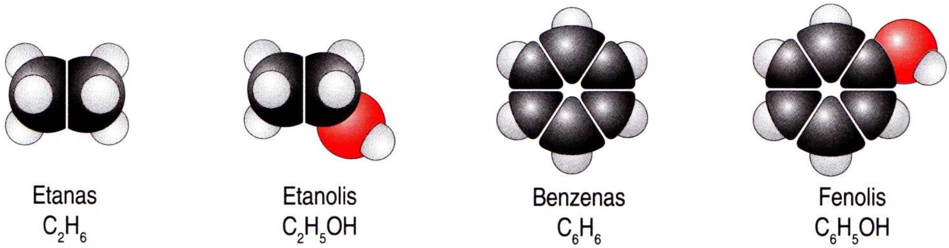
7 Junginyje yra 37,5 % C, 12,5 % H ir 50 % O. Molinė junginio masė lygi 32 g/mol. Koks tai junginys? Kokiai junginių klasei jis priklauso?

19.2. Organinių junginių klasės

Pagrindinės organinių junginių klasės yra šios: alkoholiai, karboniliniai junginiai (aldehidai ir ketonai), karboksirūgštys, aminai, heterocikliniai junginiai. Trumpai susipažinkime su jomis.

Alkoholiai. Alkoholiai žinomi nuo seno. Senovės etruskai, gyvenę dar prieš Romos imperijos laikus, buvo laikomi geriausiais vyno gamintojais. Nuo tada vyno gamyba mažai pasikeitė — ir dabar vynuogių sultys rauginamos be oro. Senovės Lietuvoje iš drevinių bičių medaus buvo gaminamas midus. Praskiestu midumi karžygiai vaišindavosi po sėkmingų žygių. Lietuviai alų — silpną alkoholinį gėrimą — mokėjo gaminti dar XI a. Taigi vienas seniausių alkoholio — etanolio C_2H_5OH — gavimo būdų yra cukrinių medžiagų rauginimas, o jas distiliuojant gaunama degtinė arba grynas etanolis, dažnai vadinamas spiritu (lot. *spiritus* — „energija"). Tokią medžiagą galima pagaminti ir cheminiais būdais.

Junginiai, kurių funkcinė *hidroksìlo grùpė* sujungta su angliavandenilio liekana, vadinami *alkohòliais* (19.2.1 pav.).



19.2.1 pav. Erdviniai alkoholių molekulių modeliai

Junginiai, kurių funkcinė hidroksilo grupė pakeičia bent vieną iš benzeno žiedo vandenilio atomų, vadinami *fenòliais*.

Kasmet Lietuvoje gaminama apie $1{,}5 \cdot 10^7$ litrų etanolio.

Jonavoje iš gamtinių dujų per metus pagaminama iki 100 000 t metanolio CH_3OH. Ši medžiaga daug kur gali pakeisti etanolį.

Metanolis — labai nuodingas junginys. Jau net išgėrus 2 g metanolio, galima apakti, o nuo 40 g — mirti. Nemažai metanolio gali susidaryti alkoholinio rūgimo metu iš cukraus, todėl tokie naminiai gėralai kaip degtinė, vynas ir net alus yra pavojingi.

Alkoholiai yra skystosios arba kietosios medžiagos (19.2.2 pav.), o tokį pat anglies atomų skaičių turintys angliavandeniliai yra dujos. Mat tarp alkoholio molekulių funkcinių hidroksilo (–OH) grupių yra vandeniliniai ryšiai.

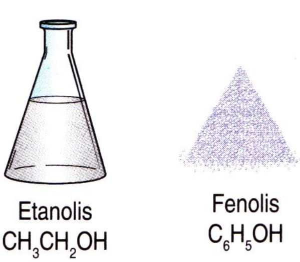
Kosmetikos priemonėms, muilui gaminti naudojamas glicerolis tirštas dėl to, kad jo molekulėje yra net trys viena su kita sąveikaujančios –OH grupės (19.2.3 pav.).

Nuo seno glicerolis gaminamas suskaidžius riebalus šarmų tirpaluose. Fenolis C_6H_5OH gaunamas perdirbant akmens anglių koksavimo produktus. Nemaža fenolio junginių yra medienoje (lignine) (19.4 pav.).

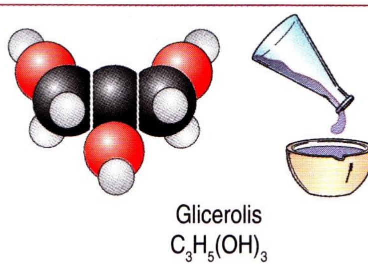
Perdirbant medieną (pavyzdžiui, gaminant celiuliozę ir popierių), šių junginių gali patekti į aplinką. Dėl to Lietuvoje celiuliozė jau nebegaminama.

Aldehidai. Aldehiduose yra *karbonìlo grùpė* >C—O.

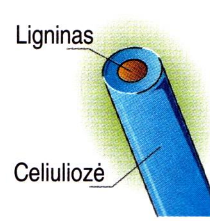
Jei karbonilo grupė sujungta su viena angliavandenilio liekana, junginys vadinamas *aldehidù* (19.2.5 pav.).



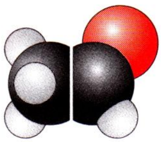
19.2.2 pav. Etanolis ir fenolis



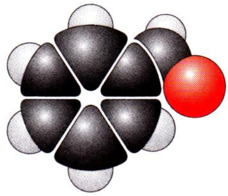
19.2.3 pav. Glicerolis



19.2.4 pav. Medienos sudėtis



Etanalis



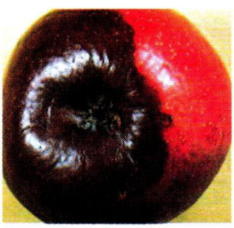
Benzaldehidas

19.2.5 pav. Erdviniai etanalio ir benzaldehido molekulių modeliai

Dauguma aldehidų yra kvapūs, chemiškai aktyvūs junginiai. Nemaža karbonilinių junginių randama įvairiuose augaluose, svieste ir kai kur kitur (19.2.6 pav.).

Metanalis, kitaip vadinamas formaldehidu, yra paprasčiausias karbonilinis junginys,

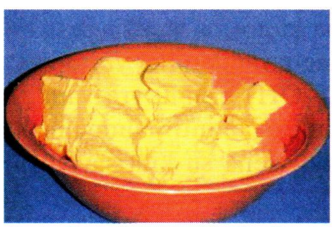
jo formulė $\mathrm{H_2C{=}O}$ (19.2.7 pav.). Tai aštraus kvapo dujos.



Pūvantis obuolys

$CH_3-C(=O)-H$

Etanalis



Apkartęs sviestas

$CH_3-CH_2-CH_2-C(=O)-H$

Butanalis



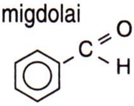
Mėlynės

$CH_3-CH_2-CH_2-CH=CH-C(=O)-H$

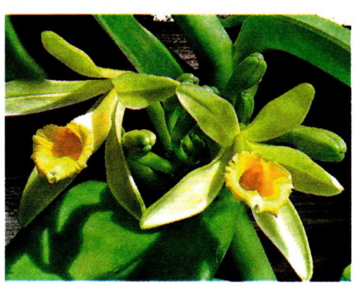
Heks-2-enalis



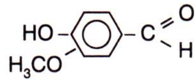
Kartieji migdolai



Benzaldehidas



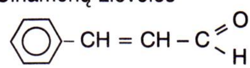
Vanilės



4-hidroksi-3-metoksibenzaldehidas

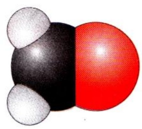


Cinamonų žievelės



3-fenil-2-propenalis

19.2.6 pav. Kvapiųjų aldehidų yra daugelyje produktų



19.2.7 pav. Erdvinis molekulinis formaldehido modelis



19.2.8 pav. Formaldehido naudojimas

Formaldehidas labai plačiai naudojamas (19.2.8 pav.). 40 % vandeninis jo tirpalas vadinamas formalinu.

Formalinas yra geras antiseptikas ir konservantas, bet kartu labai pavojingas — jo garai sukelia dusulį.

Europoje 2002 m. buvo pagaminta daugiau kaip 1,5 mln. tonų formaldehido, bet jo gamyba mažėja. Mat įrodyta, kad formaldehidas yra viena iš vėžį sukeliančių medžiagų, jis išsiskiria iš tam tikrų lakų ir plastikų.

Karboksirūgštys. Rūgštys yra vienos iš labiausiai paplitusių gamtinių medžiagų.

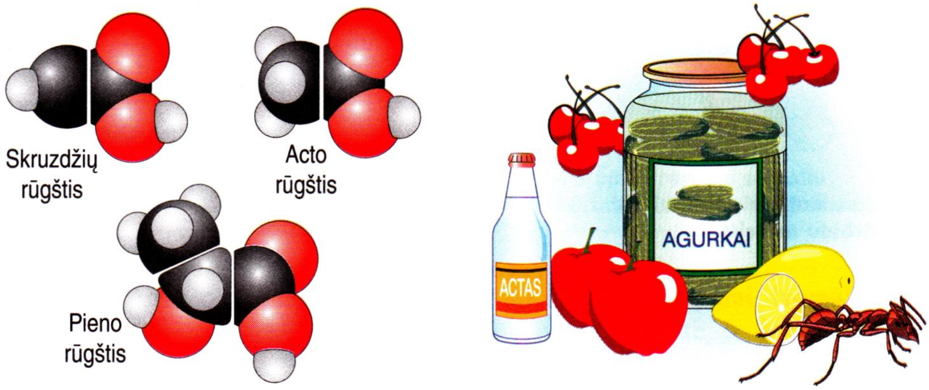
> **Medžiagos, kuriose yra karboksilo grupė $-C(=O)-OH$, arba —COOH, vadinamos *karboksirūgštimis*, arba tiesiog rūgštimis.**

Be karboksilo, rūgštyse gali būti ir kitų funkcinių grupių, todėl gamtoje gausu ne tik įvairių rūgščių, bet ir jų darinių (19.2.9 pav.).

Pirmiausia dar XVII a. išskirta skruzdžių rūgštis $H-C(=O)-OH$, raudonąsias skruzdėles distiliuojant vandens garais. Ši rūgštis yra labai veiksminga gydant bičių varoatozę. Skruzdžių rūgšties, sukeliančios niežulį, taip pat yra dilgėlių spygliuose.

Acto rūgštis CH_3COOH susidaro rūgstant vynui arba sultims, kai į rūgimo indą gali laisvai patekti deguonis. Vykstant medžiagų apykaitai, žmogaus organizme per parą susidaro iki 400 g rūgščių. Tiek acto rūgšties pakaktų 4,5 l valgomojo acto pagaminti.

Pieno rūgštis $CH_3-CH(OH)COOH$ taip pat susidaro vykstant medžiagų apykaitai. Ji sunaudojama tolesniuose biocheminių medžiagų apykaitos procesuose. Jei aktyviau padirba netre-



19.2.9 pav. Skruzdžių, acto, pieno rūgštys ir jų naudojimas

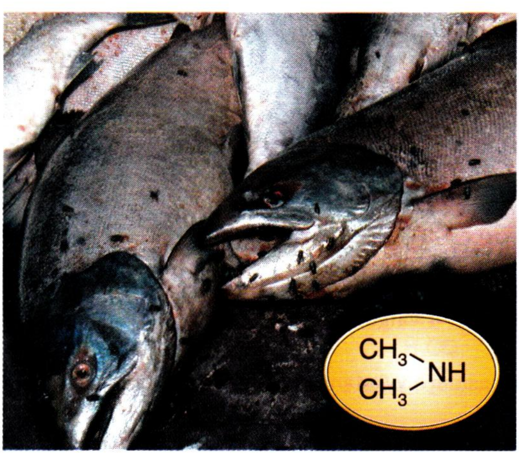
niruotas žmogus, išsiskyrusi pieno rūgštis nepašalinama iš raumenų, todėl juos paskui labai skauda. Pieno rūgštis taip pat susidaro rūgstant kopūstams, pienui, grybams ir kt.

Spanguolėse gausu benzenkarboksirūgšties, dažnai vadinamos benzoine rūgštimi. Tai puikus konservantas, naudojamas maisto pramonėje. Niekam nepavyksta pagaminti spanguolių vyno — jis nerūgsta.

Aminai. Gamtoje laisvųjų aminų pasitaiko labai retai. Tai daugiausia nuodai, narkotikai.

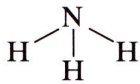
Jų yra kai kuriuose augaluose (pavyzdžiui, kokainmedžio, tabako lapuose), grybuose ir kt.

Amoniako dariniai, kuriuose bent vienas vandenilio atomas pakeistas angliavandenilio liekana, vadinami *amìnais.*

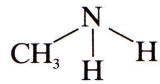


19.2.10 pav. Aminų išsiskyrimas, gendant baltymams

Kad geriau tai suprastume, išnagrinėkime šių junginių sandarą.



Amoniakas



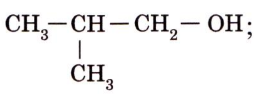
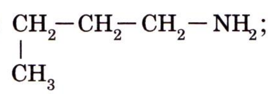
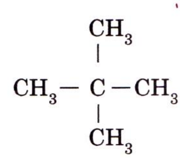
Metilaminas

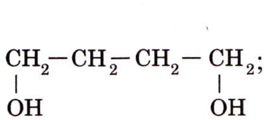
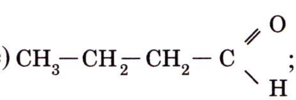
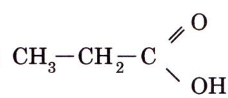
Kaip matyti, aminas panašus į amoniaką, kurio vandenilio atomas amino molekulėje pakeičiamas angliavandenilio liekana.

Nemažai pavojingų sveikatai aminų susidaro pūvant baltymams (19.2.10 pav.): mėsai, žuviai, irstant lavonams.

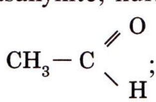
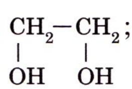
?

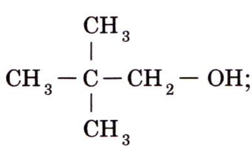
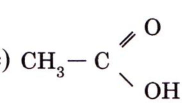
1 Kurioms junginių klasėms priklauso šie junginiai:

a)  b)  c) 

d)  e)  f) 

2 Pasakykite, kurie iš šių junginių yra alkoholiai:

a)  b)  c) $CH_3-CH_2-CH_2-OH$;

d)  e) 

3 Apskaičiuokite, kiek litrų (n. s.) formaldehido gali išsiskirti išgarinus 0,5 kg 40 % formalino?

4 Peržiūrėkite namie turimas kosmetikos priemones. Kuriose, jūsų nuomone, yra glicerolio?

5 „Daktaras Vatsonas suskaičiavo mintyse sritis, kuriose Šerlokas Holmsas buvo ypač gerai informuotas. (...) Jis gerai nusimanė apie šunvyšnę, opijų ir apskritai apie nuodus.“* Pasakykite, kuriai organinių junginių klasei turėtų priklausyti minėti nuodai.

---

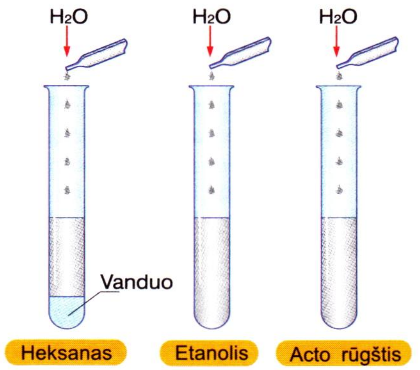
* Konanas Doilis. Rinktiniai raštai. V., 1993. T. 1. P. 53

19.3. Organinių junginių poliškumas

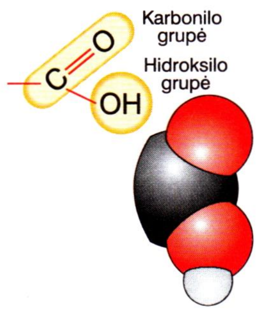
Žinome, kad yra poliniai ir nepoliniai cheminiai ryšiai. Puikus polinės molekulės pavyzdys yra vanduo. Jame neigiamasis polius yra deguonies atomas, o teigiamasis — vandenilio (19.3.1 pav.).

Molekulės poliškumas priklauso nuo junginio sudėties ir struktūros.

Organiniai junginiai skiriasi savo poliškumu. Tai lemia ne tik šių junginių sudėtis, bet ir struktūra. Panagrinėkime, kaip kai kurie junginiai tirpsta vandenyje. Tada galėsime palyginti organinių junginių poliškumą. Žinome, kad vanduo yra polinis tirpiklis. Vadinasi, jame geriau tirpsta poliniai junginiai, blogiau — nepoliniai.



19.3.1 pav. Organinių junginių tirpumas



19.3.2 pav. Karboksilo grupės sandara

1 bandymas. *Mėgintuvėliuose įlašinti keli lašai skirtingų medžiagų: heksano (tinka benzinas ar kitas angliavandenilių mišinys), etanolio, acto rūgšties. Dabar į tuos mėgintuvėlius įpilkite po kelis lašus vandens. Palyginkite junginių tirpumą ir užpildykite lentelę savo sąsiuvinyje, remdamiesi 19.3.1 lentelės pavyzdžiu.*

19.3.1 lentelė

Medžiagų tirpumo palyginimas

Medžiaga	Heksanas	Etanolis	Acto rūgštis
Cheminė formulė	C_6H_{14}	C_2H_5OH	CH_3COOH
Funkcinė grupė	–	—OH	—COOH
Klasė	Angliavandeniliai	Alkoholiai	Rūgštys
Tirpumas vandenyje	Netirpsta	Tirpsta	Tirpsta
Molekulės poliškumas	Nepolinė	Polinė	Polinė



Panagrinėkime etanolio bei acto rūgšties molekules ir palyginkime jų funkcines grupes (19.3.2). Matyti, kad šios grupės lemia molekulės poliškumą, vadinasi, ir tirpumą vandenyje.

Tirpumas vandenyje priklauso nuo funkcinės grupės tipo.

2 bandymas. *Į mėgintuvėlį įlašinkite kelis lašus etanolio ir butanolio. Paskui įlašinkite kelis lašus vandens. Ką pastebite? Butanolis blogai tirpsta vandenyje, nors turi tokią pat funkcinę grupę kaip etanolis (19.3.2 lentelė).*

19.3.2 lentelė

Alkoholių tirpumo palyginimas

Medžiaga	Etanolis	Butanolis
Cheminė formulė	C_2H_5OH	C_4H_9OH
Funkcinė grupė	—OH	—OH
Klasė	Alkoholiai	Alkoholiai
Tirpumas vandenyje	Tirpsta	Netirpsta
Molekulės poliškumas	Polinė	Mažai polinė

Butanolis nuo etanolio skiriasi ilgesne grandine. Pirmasis bandymas parodė, kad heksanas netirpsta. Vadinasi, visoms alkoholio molekulės savybėms butanolyje dabar turi įtakos ne tik funkcinė —OH grupė, bet ir angliavandenilio liekana, vadinama hidrofobine liekana*.

Hidrofobinė liekana → ($CH_3—CH_2—CH_2—CH_2$)—OH ← Funkcinė grupė

Butanolis

Mažėjant organinių junginių tirpumui vandenyje, didėja jų tirpumas nevandeniniuose tirpikliuose.

Rūgštys	**Alkoholiai**
HCOOH	$CH_3—OH$
$CH_3—COOH$	$CH_3—CH_2—OH$
$CH_3—CH_2—COOH$	$CH_3—CH_2—CH_2—OH$
$CH_3—CH_2—CH_2—COOH$	$CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—OH$

⟶ Tirpumas vandenyje mažėja

Pavyzdžiui, šviežius aliejinius dažus nesunku išvalyti pavyzdžiui, benzinu, bet jų negalima išplauti vandeniu. Medžiagos, kurios vienoje molekulėje turi nepolinių ir polinių grupių, padeda lengviau susidaryti nepolinių tirpiklių ir

* Gr. *hydro* — vanduo, *fobija* — bijoti, *hidrofobinis* — nedrėkstantis nuo vandens

vandens mišiniui. Viena jų — muilas. Jį sudaro ilga hidrofobinė angliavandenilio liekana ir polinė rūgšties druskos grupė.

$$CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}COO^-Na^+$$

Hidrofobinė angliavandenilio liekana — Polinė rūgšties druskos grupė

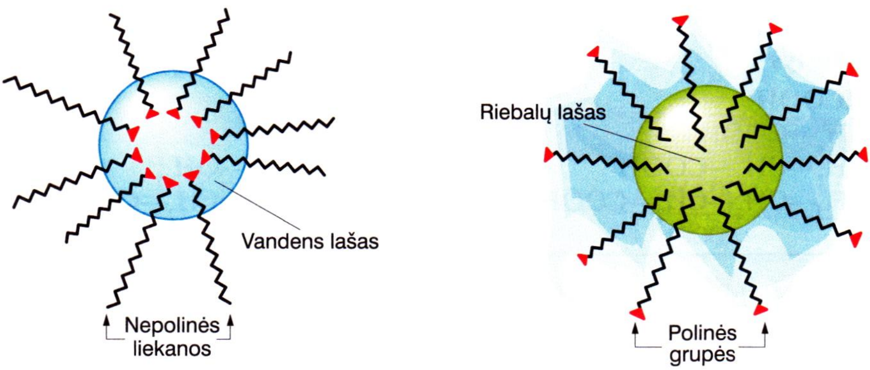
Pavyzdžiui, sieros rūgšties darinys, turintis ilgą angliavandenilio liekaną, naudojamas šampūnams:

$$CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}SO_4^-Na^+$$

Hidrofobinė angliavandenilio liekana — Polinė sieros rūgšties druskos grupė



Tokios medžiagos tirpsta vandenyje, nes turi stiprių polinių grupių ($—COO^-$, $—SO_4^-$). Taip pat jos gali tirpinti nepolines medžiagas, nes ilga hidrofobinė grandinė pasineria į netirpios vandenyje medžiagos lašelį (19.3.2 pav.). Tai ne tik plovikliai. Šios medžiagos padeda išlaikyti patvarias emulsijas (kosmetinis kremas, majonezas ir kt.), taip pat jos reikalingos putoms gauti, rūdoms sodrinti ir kitais tikslais. Gamtoje taip pat randama tokių medžiagų — turbūt ne kartą esate stebėję, kaip putoja vanduo, jeigu jame paplakama žydinčios putokšlės, dažnai vadinamos muilažole. Kiaušinio trynyje yra lecitino. Jo turi daugelis maisto produktų (jogurtas, majonezas ir kt.).



19.3.2 pav. Polinių grupių bei nepolinių liekanų išsidėstymas vandenyje ir riebaluose

1 Atlikite namie bandymą. Į stiklinėlę patarkuokite nedaug muilo, į kitą — įpilkite šampūno. Šias medžiagas ištirpinkite vandenyje. Dabar į kiekvieną stiklinėlę įlašinkite po kelis lašus aronijų, juodųjų serbentų arba mėlynių sulčių. Ar pakito sulčių spalva? Kodėl? Kuris tirpalas — muilo ar šampūno — yra šarminis?

2 Ant vienos plaukų priežiūros priemonės užrašyta, kad jo vandenilio jonų rodiklis — pH — yra 5,5. Kokios medžiagos, jūsų nuomone, yra šiame produkte — sudedamosios muilo ar šampūno dalies? Palyginkite jūsų atlikto bandymo medžiagas.

3 Dalis medžiagų, pavyzdžiui: kalcio sulfatas (gipsas), kalcio karbonatas (kreida) ir panašios, netirpsta vandenyje. Ar galima sakyti, kad jos hidrofobiškos? Kodėl?

4 Majonezui pagaminti pagal seną receptą (pavyzdžiui, pateiktą tarpukario Lietuvoje išleistose kulinarijos knygose) reikia kiaušinio trynio, aliejaus ir acto. Kurie produktai yra hidrofobiški? Receptuose nurodyta, kad iš pradžių aliejus trinamas su tryniu, o paskui pamažu pridedama acto. Gerai paruoštas toks majonezas neturi atskirų riebalų lašelių ar atsiskyrusio vandens sluoksnio. Paaiškinkite, kas padeda išlaikyti patvarią majonezo emulsiją.

5 Butanolis blogai tirpsta vandenyje. Tačiau jei vietoj kelių vandenilių prie skirtingų anglies atomų turėtume hidroksilo grupes, junginys tirptų geriau. Kodėl? Paaiškinkite, kuri naujo junginio dalis gali lemti, kad jis geriau tirptų vandenyje.

19.4. Funkcinių grupių sąveika

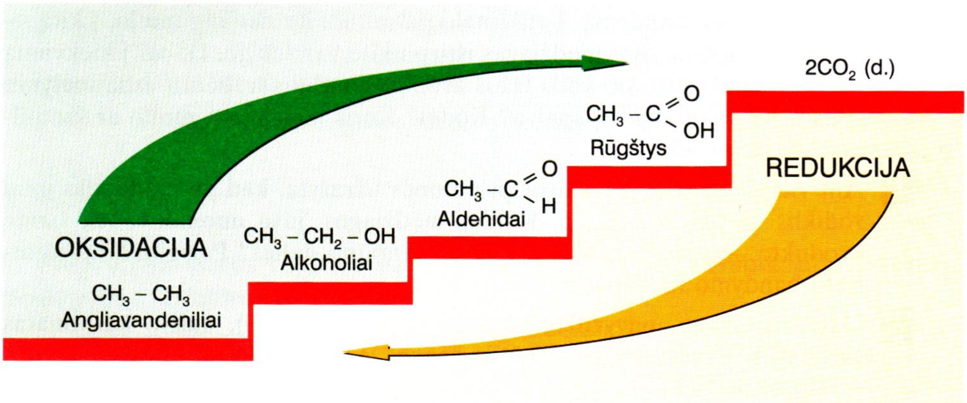
Iš junginių, turinčių vieną funkcinę grupę, galima gauti junginius, turinčius kitą funkcinę grupę. Be to, vienos klasės junginius lengvai galima paversti kitos klasės junginiais.

Bandymas. *Į mėgintuvėlį įpilkite nedaug kalio dichromato (stipraus oksidatoriaus) tirpalo. Įlašinkite kelis lašus sieros rūgšties. Dabar į tą patį mėgintuvėlį įpilkite nedaug etanolio, ir viską atsargiai pašildykite karšto vandens vonelėje. Atsargiai pauostykite susidariusią medžiagą. Jei mišinio spalva pakinta iš oranžinės į žalią, o iš mėgintuvėlio jaučiamas pūvančių obuolių kvapas, bandymas yra pavykęs.*

Išnagrinėkite 19.4.1 paveikslą. Iš jo matyti, kad vieną funkcinę grupę nesunkiai galima pakeisti kita oksidacijos metu, reikia tik sudaryti tinkamas sąlygas. Oksiduoti galima laipsniškai arba tiesiog iki anglies dioksido — galutinio visų organinių junginių oksidacijos produkto (žr. anglies ciklas, 23 skirsnis).

Etanolis dega mėlyna liepsna.

$$\underset{\text{Etanolis}}{C_2H_5OH} + 3O_2 \rightarrow \underset{\text{Anglies(IV)oksidas}}{2CO_2} + 3H_2O$$



19.4.1 pav. Organinių junginių oksidacija ir redukcija

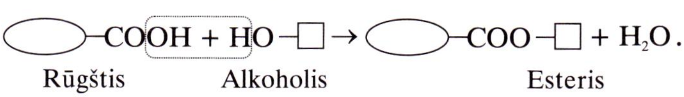
Etanolį galima naudoti kaip priedą kurui. Šitai jau pritaikyta Brazilijos pramonės, maišant su degalais iš cukranendrių gautą etanolį. Ši šalis turi daug cukraus pramonės atliekų, tinkamų etanoliui gauti. Toks kuras būna pigesnis, naudojami atsinaujinantys gamtos ištekliai. Lietuvoje taip pat jau gaminamas bioetanalis.

Konjakas, viskis yra brandinami ąžuolinėse statinėse. Be kitų procesų, jose vyksta susidariusių aldehidų oksidacija. Oro deguonis patenka pro statinės sieneles, aldehidai oksiduojasi iki rūgščių, vėliau sureaguojančių su alkoholiais (žr. toliau). Aštrus kvapas išnyksta.

Priešingas oksidacijai yra redukcijos procesas. Oksidacija ir redukcija nuolatos vyksta gyvuosiuose organizmuose. Panagrinėkite parduotuvėje įsigyto maisto produkto pakuotę. Labai dažnai energinė maisto produkto vertė nurodoma šilumos kiekiu, kurį gautume suvartoję 100 g produkto (kilokalorijomis, kcal). Tai tarsi tolygu produkto sudeginimui iki anglies dioksido ir vandens. Organizme maisto produktai virsta energija, kuri suteikia jėgų judėti, palaiko pastovią kūno temperatūrą. Redukcijos reakcijos vyksta organizme, veikiant fermentams.

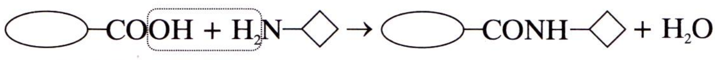
Išgėrus alkoholinių gėrimų, žmogaus organizme vyksta etanolio oksidavimosi procesas. Šios reakcijos metu susidaręs etanalis (žr. 19.4.1 pav.) veikia ir kaip nuodas. Iš išgėrusiųjų alkoholinių gėrimų burnos sklinda nemalonus pūvančių obuolių kvapas. Naujai susidariusi medžiaga etanalis gali sukelti organizmo pokyčių.

Nagrinėtos funkcinės grupės (–OH, –CHO, –COOH, $-NH_2$), tarpusavyje susijungusios, gali sudaryti sudėtines grupes. Pavyzdžiui, jeigu junginys, turintis karboksilo grupę reaguoja su junginiu, turinčiu hidroksilo grupę, susidaro sudėtinė grupė (susijungia dvi medžiagos) ir išsiskiria vanduo. Schemiškai šią reakciją galima pavaizduoti taip:



Èsteriai — labai malonaus kvapo junginiai. Jie susidaro gamtoje, rūgštims reaguojant su alkoholiu. Juos nesunkiai galima gauti ir dirbtiniu būdu. Esteriai naudojami maisto pramonėje karamelei, kepiniams ir kai kuriems kitiems produktams paskaninti.

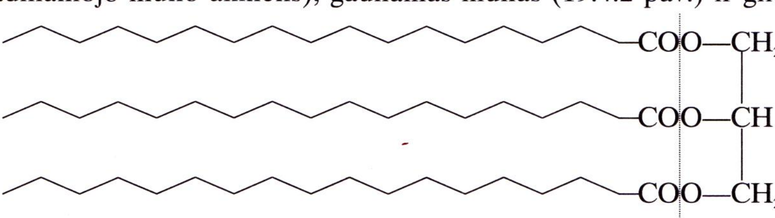
Panašiai su karboksilo grupe reaguoja amino grupė, gaunami *amìdai*. Amidai susidaro sintetinant baltymus:



Rūgštis Aminas Amidas

Amidai svarbūs dėl biologinių savybių, nes jų yra baltymuose.

Gautos sudėtinės funkcinės grupės nesunkiai gali būti skaidomos veikiant vandeniu su katalizatoriais, fermentais. Virinant riebalus su šarmais (seniau tam buvo naudoti medžio pelenai, tarpukario Lietuvoje ūkininkai galėjo nusipirkti vadinamojo muilo akmens), gaunamas muilas (19.4.2 pav.) ir glicerolis.

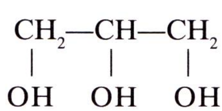


Matote riebalų schemą. Laužtė vaizduoja angliavandenilio liekaną $C_{17}H_{35}$. Punktyras — kurioje vietoje skyla medžiaga, gaminant muilą.

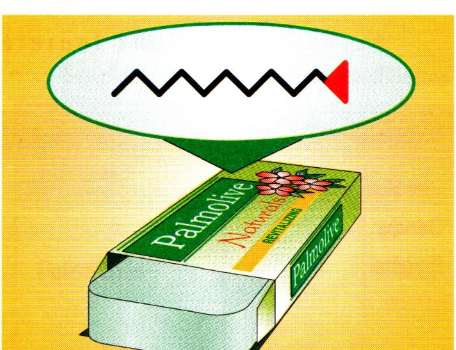
Virindami riebalus su NaOH, gautume muilą ir glicerolį:



Muilas



Glicerolis



19.4.2 pav. Muilo gabalėlis

?

1. Pavaizduokite, koks junginys susidaro, kai acto rūgštis sureaguoja su etanoliu ir susidaro vanduo. Naudokitės skyrelyje pateikta schema.
2. Žinoma, kad iš vieno molio riebalų gaunami trys moliai muilo ir vienas molis glicerolio. Apskaičiuokite, kiek gramų riebalų reikės norint gauti vieną gabalėlį (100 g) muilo.
3. Daugeliui iš jūsų yra tekę uostyti dietilo eterio (naudojamo medicinoje). Jis gaunamas, kai dvi etanolio molekulės susijungia funkcinėmis (—OH) grupėmis ir susidaro vandens molekulė. Parašykite reakcijos lygtį. Pavyzdžiu galėtumėte imti esterio susidarymo reakciją, pavaizduotą šiame skyrelyje.
4. Aminai — dažniausiai tirpūs vandenyje junginiai. Daugelis amidų sunkiai tirpsta. Tas pats pasakytina ir apie esterius, nors dalis rūgščių ir alkoholių yra tirpūs. Kaip plika akimi galima pamatyti, kad amidų ar esterių reakcija su šarmais vandenyje įvyko?
5. Bevandenė acto rūgštis yra degi. Parašykite jos degimo lygtį.
6. Apskaičiuokite, kiek litrų (n. s.) anglies(IV) oksido susidarys sudeginus: a) 4,6 g bevandenio alkoholio; b) 15 g alkoholio, turinčio 92 % gryno etanolio.
7. Apskaičiuokite, kiek litrų oro (n. s.) reikės 64 g gryno metanolio sudeginti. Ore yra 21 % deguonies (tūrio atžvilgiu).

20. STAMBIAMOLEKULIAI JUNGINIAI

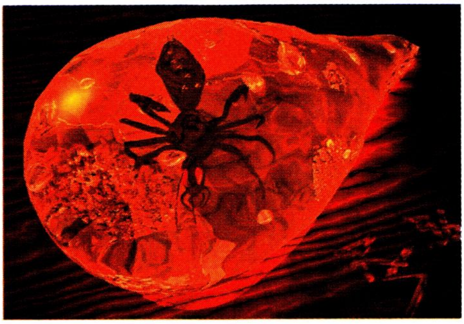
Yra daug anglies junginių, kuriuose anglies atomų skaičius siekia šimtus ir net tūkstančius. Tokių junginių anglies atomų grandinės yra labai ilgos, o šių junginių santykinė molekulinė masė yra labai didelė. Todėl šias medžiagas vadiname *stambiamolèkuliais junginiaĩs*, arba didelės santykinės molekulinės masės junginiais.

Pagal savo sudėtį ir kilmę stambiamolekuliai junginiai yra skirstomi į gamtinius ir dirbtinius polimerus (lot. *poli* — daug, *meres* — vienetas, matas). Tai tokios medžiagos, kurios turi pasikartojančių fragmentų (20.1 lentelė).

20.1 lentelė

Polimerų pavyzdžiai

Gamtiniai	Dirbtiniai
Natūralusis kaučiukas, dervos	Plastikai
Gintaras	Dervos
Šilkas	Pluoštai
Baltymai	
Angliavandeniai (krakmolas, celiuliozė)	
Nukleorūgštys	



20.1 pav. Gintaras

20.2 pav. Voratinklis



Polimerų kilmė yra skirtinga. Gintaras (20.1 pav.) susidarė iš sakų, jungiantis sakų molekulėms į ilgas grandines. Šis procesas vyko palengva, per ilgą laiką. Tuo tarpu voras numezga voratinklį labai greitai (20.2 pav.). Statybinė voratinklio medžiaga yra baltymai, kuriuos voras išskiria iš savo organizmo.

Parduotuvėje dažnai pakuojame produktus į polietileno maišelius. Polietilenas (polietenas) susidaro iš eteno dujų aukštoje temperatūroje ir esant didžiuliam slėgiui (kartais — katalizatoriui), jungiantis į ilgas grandines eteno molekulių fragmentams.

$$nCH_2{=}CH_2 \rightarrow -CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}\ldots \rightarrow (\!-CH_2{-}CH_2-\!)_n$$

Etenas Jungimasis susidarant grandinei Polietilenas

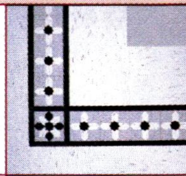
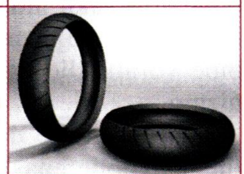
Maždaug prieš 70—80 metų žmonijos buitis atrodė visiškai kitaip. Tuo metu mokėta pagaminti tik labai nedaug polimerų. Amerikos atradėjai sutiko tada dar nežinomą medžiagą — kaučiuką. Tik XIX a. amerikietis Č. Gudjyras išmoko kaučiuką paversti elastinga guma, kaitindamas jį su siera (vulkanizuodamas). Vėliau imta gaminti įvairių rūšių kaučiukus. Kramtomoji guma yra padaryta iš kaučiuko.

Tačiau tikras polimerų bumas prasidėjo jau po II pasaulinio karo. Išmokta pagaminti ne tik polietileną, bet ir polivinilchloridą, polistireną ir kitus polimerus (20.2 lentelė).

20.2 lentelė

Svarbiausios polimerinės medžiagos ir jų gamyba Europoje (2002 m.)

Polimerinė medžiaga	Gamyba, mln. t per metus	Pavyzdžiai
Polietilenas	5	Plėvelė, vamzdžiai  

Polimerinė medžiaga	Gamyba, mln. t per metus	Pavyzdžiai		
Polivinilchloridas	4	Linoleumas, dirbtinė oda		
Polipropenas (polipropilenas)	3,5	Plėvelė, dirbiniai		
Dirbtinis kaučiukas	2	Padangos, guma		
Natūralusis kaučiukas	—	Batų padai, guma		
Polistirenas	0,8	Dirbiniai, plokštės		

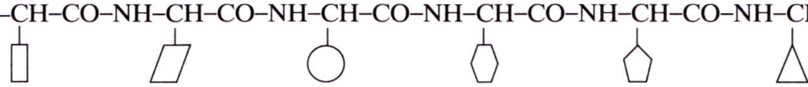
Didžiausia dirbtinių polimerų blogybė — jie sunkiai suyra gamtoje. Todėl šiuo metu stengiamasi gaminti tokius polimerus, kuriuos pakartotinai galima perdirbti (jie pažymėti specialiu ženklu, žr. V skyrių). Tačiau tai neišsprendžia problemos, tik ją sušvelnina. Deginti tokius polimerus galima, tačiau dėl to didėja oro tarša. Jau pradėti gaminti lengvai skylantys polimerai.

Deja, gaminti tokius polimerus, kurių yra gamtoje, — celiuliozę, gamtines dervas ir pan., žmonija dar neišmoko. Gamtiniai polimerai yra labai įvairūs, jų savybes lemia sudėtis, struktūra. Pavyzdžiui, tiek krakmolas, tiek celiuliozė yra sudaryti iš tos pačios medžiagos — gliukozės liekanų, susijungusių į ilgas grandines. Šių polimerų struktūra labai skirtinga. Tiesusis polimeras — celiuliozė yra svarbiausia statybinė augalų ląstelių medžiaga. Žmonėms maistui celiuliozė netinka — jos mūsų organizmas nevirškina. Tuo tarpu spiralinis gliukozės polimeras — krakmolas — daugelio javų svarbiausia sudedamoji dalis, svarbiausias maisto produktas (20.3 pav.). Krakmolas gana neblogai

tirpsta karštame vandenyje, sudarydamas tirštą kleisterį. Celiuliozė — visiškai netirpi. Tik pabandykime įsivaizduoti — koks būtų pasaulis, jei mes galėtume virškinti celiuliozę...

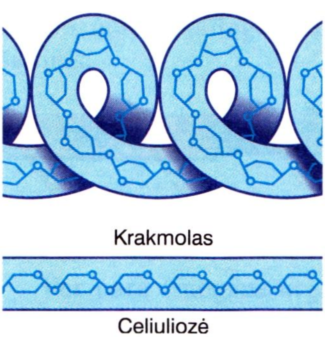
Baltymai taip pat yra polimerai. Juos sudaro 20 aminorūgščių (vienoje molekulėje yra karboksilo ir amino grupės), susijungusių į nesuskaičiuojamas grandines. Nustatyta, kad vien tik žmogaus organizme yra daugiau kaip 20 tūkst. skirtingų baltymų. Baltyminės kilmės yra plaukai, raumenys, oda. Baltymai fermentai yra svarbiausi mūsų organizmo cheminių reakcijų katalizatoriai. Baltyminės kilmės yra natūralusis šilkas. Taigi įvairiai susijungusių 20 aminorūgščių sudaro begalę šių skirtingų baltymų. Schemiškai baltymų molekulė gali būti pavaizduota kaip ilga poliamidinė grandinė, susijungusi amido jungtimis (žr. 19.4 skyrelį), turinti skirtingas šonines grandines — aminorūgščių liekanas:

$H_2N–CH–CO–NH–CH–CO–NH–CH–CO–NH–CH–CO–NH–CH–CO–NH–CH–CO–...$

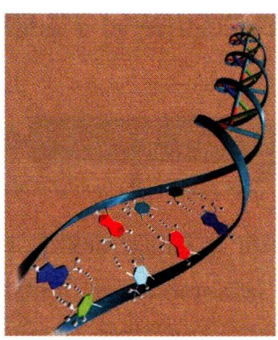


Šių polimerų struktūra taip pat skirtinga. Ji gali pakisti pasikeitus sąlygoms. Pavyzdžiui, kiaušinio baltymas yra tirpus vandenyje. Tereikia šį baltymo tirpalą pašildyti — baltymas denatūruoja ir tampa netirpus. Tą mes padarome kepdami kiaušinį, virdami bulves ar mėsą.

Visa gyvųjų rūšių įvairovė yra užkoduota nukleorūgščių struktūroje (genuose). Nukleorūgštys yra nukleotidų polimerai (20.4 pav.). Tėra tik keturių rūšių nukleotidai, t. y. vienodi pasikartojantys ilgos polimero grandinės fragmentai. Tačiau skirtingai išsidėstę šie nukleotidai užkoduoja visus baltymus, o kartu ir visą gamtos įvairovę: gėles, paukščius, žuvis, medžius, vabzdžius ir, žinoma, mus pačius, tokius skirtingus ir nepakartojamus (20.5 pav.). Suvokę kai kurias jungimo paslaptis, mokslininkai gali sintetinti nukleorūgštis. Pavyzdžiui, jei į bakterijos nukleorūgščių seką yra įjungiama nukleorūgščių seka, nusakanti kokio nors žmogaus baltymo kodą, bakterijos ląstelės gali imti gaminti žmogui



20.3 pav. Krakmolo ir celiuliozės sandara



20.4 pav. Nukleorūgščių sandara



20.5 pav. Biologinė įvairovė

naudingus baltymus. Taip sintetinami ir baltyminiai hormonai, pavyzdžiui, žmogaus augimo hormonas — svarbi medžiaga medicinoje, gaminama Lietuvoje. Atsirado atskira mokslo sritis, vadinama genų inžinerija — galinti sukurti norimas polimerines nukleorūgščių grandines.

?

1. Kodėl susidarė gintaras? Paaiškinkite tai, remdamiesi sakų sudėtinės medžiagos struktūra.
2. Apskaičiuokite anglies masės dalį polietilene.
3. Kuo ypatinga krakmolo ir celiuliozės sandara? Kas lemia skirtingas šių medžiagų savybes.
4. Padarykite bandymą: padeginkite pluoštelį vilnos ir atsargiai pauostykite. Apibūdinkite kvapą. Kaip, jūsų nuomone, turėtų kvepėti deginamas voratinklis ir natūralusis šilkas. Kodėl?
5. Kokių svarbiausių cheminių elementų yra baltymuose?
6. Išvardykite jums žinomus gamtinius polimerus. Kokia jų biologinė reikšmė?
7. Tarkime, kad turime baltymą, kuriame yra keturios skirtingos aminorūgštys, pavadintos A, B, C ir D. Pabandykite parašyti kelis variantus baltymo, sudaryto tik iš 10 aminorūgščių fragmentų. Pavyzdžiui:

   A—B—C—D—A—B—C—D—A—B;
   A—B—D—C—A—B—D—C—A—C ir t. t.

   O dabar pamąstykite, ar galėtume suskaičiuoti galimus variantus baltymo, turinčio per 300 aminorūgščių liekanų (iš viso yra 20 skirtingų aminorūgščių).

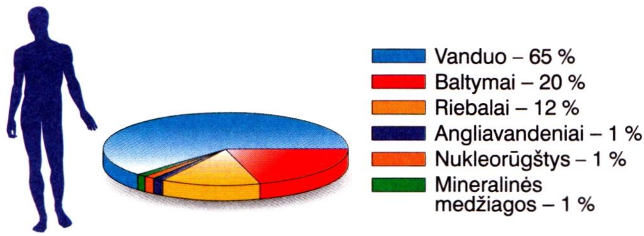
21. MAISTO MEDŽIAGOS

Maisto medžiagas galima suskirstyti į šias pagrindines grupes:

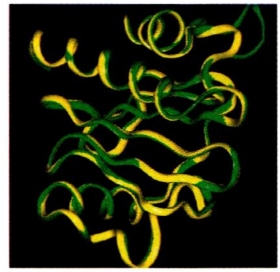
1) baltymus;
2) riebalus;
3) angliavandenius;
4) mineralines medžiagas;
5) vitaminus.

Pažvelkite į 21.1 paveikslą ir išnagrinėkite, iš kokių medžiagų sudarytas žmogaus kūnas.

Baltymai. Jų struktūra labai sudėtinga. Aminorūgštims susijungus į grandinę, ši susisuka įvairiausiomis spiralėmis, susilanksto, susivynioja (21.2 pav.). Tokios struktūros labai trapios, jautrios aplinkos poveikiui. Atlikime bandymą.

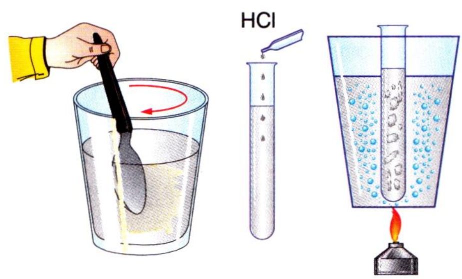


21.1 pav. Žmogaus kūno sandara



21.2 pav. Baltymų struktūra

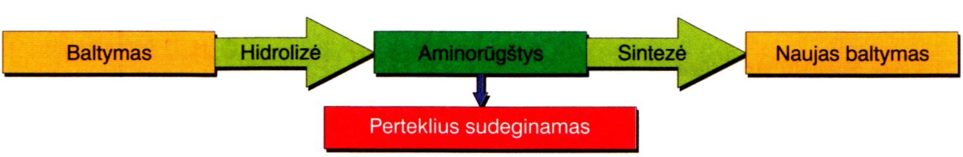
Bandymas. *Į vandenį įpilkime truputį kiaušinio baltymo ir gerai išmaišykime. Susidariusį skaidrų tirpalą perpilkime į du mėgintuvėlius. Į pirmą įlašinkime rūgšties tirpalo, o antrą įstatykime į stiklinę su verdančiu vandeniu (21.3 pav.).*
Po kurio laiko pastebėsime, kad tirpalai susidrumstė. Kodėl? Pašildžius ar paveikus rūgštimis, trapi baltymo struktūra suiro — baltymas denatūravosi.



21.3 pav. Denatūruojantys baltymai

Baltymo struktūros pakitimas dėl fizinio ar cheminio poveikio vadinamas *denatūrãvimu*.

Tokios reakcijos vyksta, pavyzdžiui: verdant arba kepant mėsą, kiaušinį. Tačiau per šias reakcijas baltymo aminorūgščių grandinė nesuyra. Mūsų organizme ją suardo fermentai. Susidariusios aminorūgštys naudojamos sintetinti organizmui reikalingus baltymus, o jų perteklius suvartojamas kaip energijos šaltinis:



Per parą žmogaus organizmui reikia nemažai baltymų (21.1 lentelė).

Daugelį aminorūgščių mūsų organizmas gali pats pasigaminti. Tačiau yra kelios būtinosios aminorūgštys, kurias turime gauti su maistu, nes organizme jos nesintetinamos.

21.1 lentelė

Baltymų poreikis įvairaus amžiaus žmonėms

Amžiaus grupė, metai	Baltymų poreikis, g (1 kg kūno masės)
Kūdikiams iki 1 m.	2,20–1,98
Vaikams:	
1– 3 m.	1,78
4– 6 m.	1,50
7–10 m.	1,20
11–14 m.	1,0
15–18 m.	0,86
Suaugusiems:	
vyresniems kaip 19 m.	0,79
nėščioms moterims	1,37

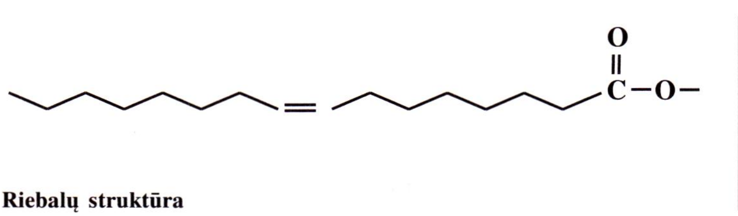
Būtinosios aminorūgštys

Izoleucinas. Leucinas. Lizinas. Metioninas. Histidinas. Fenilalaninas. Treoninas. Triptofanas. Valinas.

Riebalai. Riebalinis maistas yra kaloringiausias. Sudeginus 1 g riebalų, gaunama 38 kJ šilumos. Todėl riebalai — organizmo maisto atsarga.

***Riebalaĩ* yra glicerolio ir karboksirūgščių esteriai.**

Pagal tai, kokių karboksirūgščių yra riebaluose (21.4 pav.), jie gali būti skysti ar kieti.



21.4 pav. Riebalų struktūra

Jei riebaluose yra daug nesočiųjų rūgščių liekanų, riebalai yra skysti, jei daug sočiųjų — kieti. Skysti riebalai vadinami *aliẽjais.*

Skirtingos kilmės riebaluose yra nevienodas glicerolio ir karboksirūgščių esterių kiekis (21.2 lentelė).

21.2 lentelė

Įvairių riebalų sudėtis

Riebalai	Glicerolio ir karboksirūgščių esterių kiekis, %		
	Sočiųjų	Nesočiųjų	Polinesočiųjų
Lajus (avių ir galvijų taukai)	51	41	3
Sviestas	50	27	1
Kiauliniai taukai	40	45	9,4
Saulėgrąžų aliejus	11	24	60
Margarinas	21	46	11

Per gausiai valgant maisto, turinčio daug sočiųjų rūgščių turinčių riebalų, galima susirgti ateroskleroze.

Angliavandeniai (sacharidai) skirstomi į *monosacharidùs*, *disacharidùs* ir *polisacharidùs,* atsižvelgiant į tai, kiek juose yra angliavandenio liekanų.

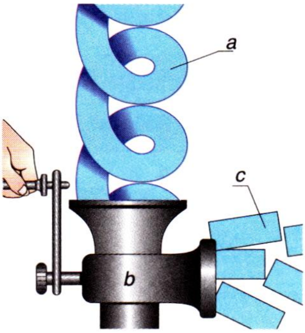
***Angliavandẽniai* — tai junginiai, kuriuose yra hidroksilo bei karbonilo grupių. Jų bendroji formulė $C_n(H_2O)_m$.**

Išnagrinėkite 21.3 lentelę ir paanalizuokite, kokių angliavandenių pasitaiko kasdien.

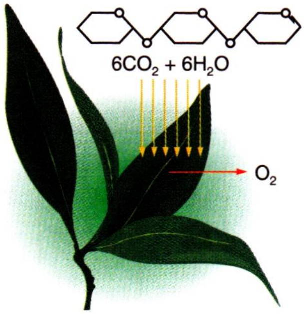
21.3 lentelė

Angliavandenių sandara ir paplitimas

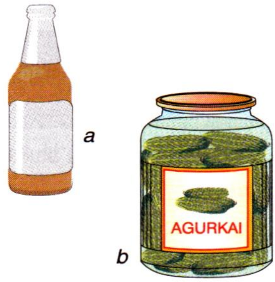
Angliavandeniai (sacharidai)	Iš kokių monosacharidų sudaryti	Kur randami
Monosacharidai:		
gliukozė $C_6H_{12}O_6$	—	Morkose 2,5 %, vyšniose 3,5 %, vynuogėse 7,8 %.
fruktozė $C_6H_{12}O_6$	—	Meduje iki 50 %
galaktozė $C_6H_{12}O_6$	—	Pieno cukruje
Disacharidai:		
sacharozė $C_{12}H_{22}O_{11}$	Gliukozė + Fruktozė	Cukruje, cukranendrėse iki 25 %, cukriniuose runkeliuose iki 20 %
laktozė $C_{12}H_{22}O_{11}$	Gliukozė + Galaktozė	Pieno cukruje, piene 4,8 %
Polisacharidai:		
krakmolas $(C_6H_{10}O_5)_n$	Gliukozės polimeras	Kukurūzuose 57 %, kviečiuose 54 %, bulvėse 16 %
celiuliozė $(C_6H_{10}O_5)_n$	Gliukozės polimeras	Medienoje, šiauduose



21.5 pav. **Angliavandenių hidrolizė:** *a* — krakmolas; *b* — fermentas; *c* — mono- ir disacharidai



21.6 pav. Fotosintezė



21.7 pav. Alkoholinis *(a)* **ir pienarūgštis** *(b)* **rūgimas**

Valgant angliavandenių turintį maistą, mūsų organizme vyksta polisacharidų ir disacharidų skaidymo (hidrolizės) reakcijos. Šių reakcijų katalizatoriai — fermentai (21.5 pav.).

Angliavandenių reakcijos vyksta labai lengvai. Jie pradeda irti burnoje, greit įsisavinami. Dirbant sunkų fizinį darbą, jėgas galima greit atgauti suvalgius saldumynų.

Pagrindinis angliavandenių šaltinis — augalai. Juose anglies(IV) oksidas, veikiamas saulės šviesos, virsta angliavandeniu (gliukoze), o šis augaluose sintetinamas toliau. Susidaro angliavandenio polimerai (pavyzdžiui, krakmolas arba celiuliozė) (21.6 pav.).

Labai svarbi angliavandenių reakcija yra *rūgìmas*. Jis gali būti skirtingas dėl sąlygų, kuriomis vyksta ir kokie mikroorganizmai jame dalyvauja:

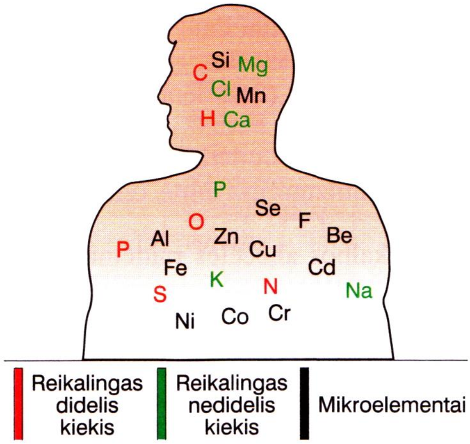
1) alkoholinis rūgimas (21.7 pav., *a*)

$$\underset{\text{Gliukozė}}{C_6H_{12}O_6} \rightarrow \underset{\text{Etanolis}}{2C_2H_5OH} + \underset{\text{Anglies dioksidas}}{2CO_2};$$

2) pienarūgštis rūgimas (21.7 pav., *b*):

$$\underset{\text{Gliukozė}}{C_6H_{12}O_6} \rightarrow \underset{\text{Pieno rūgštis}}{2CH_3CH(OH)C{\overset{\displaystyle //O}{\underset{\displaystyle \backslash OH}{}}}}$$

Minerãlinės mẽdžiagos. Baltymų, riebalų ir angliavandenių organizmui reikia daugiausia. Juose yra būtiniausių cheminių elementų: anglies, vandenilio, azoto, sieros ir fosforo. Be jų neįmanoma gyvybė. Tačiau lygiai taip pat būtini, tik mažesniais kiekiais, ir kiti cheminiai elementai (21.8 pav.).



21.8 pav. Makro- ir mikroelementai žmogaus organizme

Organizmui reikalingi cheminiai elementai

Būtiniausi: C, H, O, N, S, P.

Labai svarbūs: Ca, Cl, Mg, P, K, Na.

Mikroelementai: I, Co, Cr, Cu, F, Fe, Mn, Mo, Ni, Se, Zn, Al, Si, Cd.

Daugelio šių elementų yra mineralinėse medžiagose. Jų gauname ir su augaliniu, ir su gyvuliniu maistu. Išnagrinėkite 21.4 lentelę. Iš jos sužinosite, kokiuose maisto produktuose kurių elementų daugiausia, kodėl jie žmogaus organizmui naudingi.

21.4 lentelė

Cheminių elementų paskirtis ir šaltiniai

Elementas	Paskirtis	Daugiausia
Ca	Kaulams, dantims stiprinti, raumenų dirglumui mažinti	Varškėje, kituose pieno produktuose
Cl	Skysčių slėgiui organizme reguliuoti	Valgomojoje druskoje, pasūdytame vandenyje
Mg	Fermentams veikti, kraujo plazmai gaminti, kaulams stiprinti	Pieno produktuose, salotose, burokėliuose
P	Kraujo kūneliams, nukleorūgštims gaminti, kaulams stiprinti	Žuvies produktuose, mėsoje, riebiuose pieno produktuose, grybuose
K	Vyrauja ląstelėse; reikalingas raumenims, kraujui, nuo jo santykio su Na, Ca, Mg priklauso širdies darbas	Vaisiuose, daržovėse
Na	Vyrauja visuose organizmo skysčiuose, yra svarbiausia kraujo mineralinių medžiagų dalis	Sūdytame maiste

Vitaminai. Šie palyginti nedidelės santykinės molekulinės masės junginiai labai svarbūs. Tai pastebėta dar XIX a. pabaigoje. Tada daugiausia buvo rasta vitaminų, turinčių azoto. Iš čia kilo jų pavadinimas *vit* (lot. *gyvybė*) + *aminas*. Kai vitaminų trūksta, susergama įvairiomis ligomis (21.5 lentelė).

> ***Vitamìnais* vadinama grupė įvairios cheminės sudėties organinių medžiagų, be kurių neįmanoma visavertė organizmo gyvybinė veikla.**

Vitaminai dažniausiai vadinami lotynų kalbos abėcėlės raidėmis.

Vitaminai

- Tirpstantys vandenyje: B_1, B_2, B_6, B_{12}, C, P, PP
- Tirpstantys riebaluose: A, D, K, E

21.5 lentelė

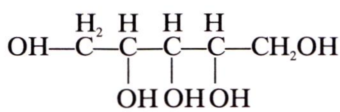
Svarbiausi vitaminai

Pavadinimas	Paskirtis	Kai jo trūksta	Daugiausia
A (retinolis)	Palaiko ląstelių veiklą	Sutrinka regėjimas, sausėja oda, lūžinėja nagai	Gyvūninės kilmės maisto produktuose: kiaušinio trynyje, svieste, kepenyse. Sintetinamas iš karoteno (yra morkose)
B_1 (tiaminas)	Kai kuriems fermentams	Susergama beriberiu (B_1 avitaminoze), nervų ligomis	Javų grūdų luobelėje, rupioje duonoje
B_6 (piridoksolis, arba piridoksinas)	Svarbus azoto, riebalų apykaitai, yra fermentuose	Sutrinka centrinės nervų sistemos veikla, pažeidžiama oda	Sintetinamas organizme; yra žuvyje, sėlenose, mielėse, pupelėse, žirniuose, mėsoje, kepenyse
B_{12} (ciankobalaminas)	Svarbus riebalų apykaitai, kraujodarai, fermentų veiklai	Susergama piktybine mažakraujyste, virškinimo ligomis	Sintetinamas organizme; yra kepenyse, inkstuose, žuvyje
C (askorbo rūgštis)	Svarbus sintetinant baltymus, medžiagų apykaitai	Susergama skorbutu, greitai apima nuovargis, žmogus tampa neatsparus ligoms	Erškėtuogėse, juoduosiuose serbentuose, citrusiniuose vaisiuose, špinatuose, kopūstuose

Pavadinimas	Paskirtis	Kai jo trūksta	Daugiausia
D (kalciferolis)	Reguliuoja kalcio ir fosforo apykaitą	Susergama rachitu	Žuvų taukuose, svieste, grietinėje, kiaušinio trynyje
E (tokoferolis)	Reguliuoja riebalų rūgščių apykaitą	Sumažėja lytinių hormonų	Daigintuose grūduose, aliejuje, piene, mėsoje, erškėtuogėse
PP (nikotin-amidas)	Kai kuriems fermentams	Susergama pelagra (pleiskanoja oda)	Duonoje, grikiuose, ryžiuose, bulvėse, morkose, žuvyje, mėsoje

?

1. Kokius junginius vadiname monosacharidais, disacharidais?
2. Cheminė celiuliozės ir krakmolo sudėtis tokia pat — $(C_6H_{10}O_5)_n$. Tačiau viena iš šių medžiagų maistui tinka, kita — ne. Paaiškinkite kodėl.
3. Chitinas — polisacharidas, iš kurio sudaryti vėžių, vabzdžių kiautai. Voveraitėse yra nemažai chitino, gerokai daugiau negu baravykuose. Kuris grybas vertingesnis maistiniu požiūriu?
4. Koks produktas susidarys skaidant rūgštimis ir vandeniu celiuliozę bei krakmolą? Kiek jo galima gauti iš 100 g šių polisacharidų?
5. Diabetikai vietoj cukraus vartoja ksilitolį. Jo formulė:



Ar šis junginys yra angliavandenis? Prie kokios junginių klasės jį priskirsite?

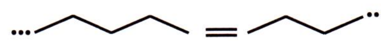
6. Paaiškinkite, kodėl rekomenduojama valgyti nepjaustytas daržoves.
7. Verdant mėsą, iš pradžių iškyla putos. a) Ar suyra mėsoje esantys angliavandeniai; b) ar suyra riebalai ir susidaro putojantis muilas; c) ar denatūruoja tirpūs baltymai; d) ar suyra baltymai ir atsiskiria aminorūgštys?
8. Kokia reakcija vyksta kepant kiaušinienę?

22. BUITINIAI CHEMINIAI PREPARATAI

Buityje kasdien susiduriame su daugybe cheminių preparatų. Šiame skirsnyje tik bendrais bruožais aptarsime svarbiausius cheminius preparatus: dažus, kosmetiką ir pan. Daugelį buityje naudojamų cheminių preparatų sudaro ne grynos medžiagos, o jų mišiniai. Nuo seno buvo tiriama ne tik kokias medžiagas naudoti, bet ir kaip jas sumaišyti, kad gautas mišinys, turintis tiek daug skirtingos kilmės medžiagų, išliktų vienalytis.



22.1 pav. Moteris, prižiūrinti veidą (Egipto XI dinastija, Britų muziejus)



22.2 pav. Aliejaus molekulės fragmentas

Jau Egipto faraonų žmonos mėgo kosmetiką (22.1 pav.). Prancūzijos ir kitų didikų dvaruose buvo vartojamas muilas, kvepalai, kremai. Iki mūsų laikų išliko puikūs tapybos ant drobės kūriniai, kai į aliejų buvo dedama neorganinių, vandenyje netirpių ir aplinkai atsparių pigmentų. Ilgainiui chemijos gaminiai buityje taip plačiai imti vartoti, kad tapo atskira pramonės šaka. Daug buitinių cheminių priemonių gaminama Lietuvoje.

Svarbiausios medžiagos, iš kurių gaminamos cheminės priemonės, skirtos buičiai, yra riebalai, glicerolis, gamtiniai ir dirbtiniai polimerai, neorganinės medžiagos. Mišiniams reikalingas vanduo ir organiniai tirpikliai, o kad išliktų vienalyčiai, nesisluoksniuotų, į mišinius dedama įvairiausių paviršinio aktyvumo medžiagų (kaip antai muilo).

Panagrinėkime, kaip gaminami aliejiniai dažai, skirti dažyti ant drobės, medienos ir kitų paviršių. Aliejai yra nesočiųjų rūgščių ir glicerolio dariniai. Juose yra ryšių (22.2 pav.), per kuriuos gali vykti polimerizacija (žr. ankstesnius skirsnius). Į aliejų (dažniausiai — sėmenų) pridedama medžiagų, skatinančių jo savaiminę polimerizaciją ore (švino oksido). Išdžiūvęs aliejus sudaro polimerinę plėvelę, kuri netirpsta ir ilgai išlieka. Ten pat primaišoma netirpių miltelių — spalvotų neorganinių druskų, oksidų dulkių. Jie vadinami pigmentais. Pigmentai gaunami sumalus ir persijojus gamtines žaliavas arba pagaminami. Paprasčiausias pigmentas — malta geležies rūda (rudos spalvos ochra). Kad milteliai galėtų būti pasklidę mišinyje, o dažai būtų vienalyčiai, pridedama paviršinio aktyvumo medžiagų. Visas mišinys dar maišomas su organiniu tirpikliu (tam tinka benzinas). Tokius dažus užtepus ant drobės ar kito paviršiaus, tirpiklis greit išgaruoja, aliejus džiūsta ir polimerizuojasi. Turbūt pastebėjote, kad senosios tapybos darbų paviršius būna sutrūkinėjęs: ilgainiui sudžiūvo polimeru virtusio aliejaus plėvelė. Senų dažų nuo medienos paviršiaus, kurių plėvelė supleišėjusi, neįmanoma nuvalyti, juos galima tik nuskusti.

Ilgainiui išmokta gaminti ir kitus dažus, vietoj džiūstančio aliejaus dedant polimerų, tirpstančių įvairiuose tirpikliuose: acetone, benzine ir kt. Jais galima dažyti įvairius paviršius. Sukurti vandenyje tirpūs dažai, kuriuose yra vandenyje tirpaus polimero.

Jei į tokius mišinius nedėtume pigmentų, gautume bespalvį laką. Jis pasižymi tuo, kad, išdžiūvus tirpikliui, susidaro apsauginė plėvelė. Paprasčiausias, dar senovėje gamintas lakas — gumiarabikas, ištirpintas vandenyje. Gumiarabikas — tai angliavandenio polimeras, gaunamas iš akacijų sulčių. XX amžiuje lakų ir dažų pramonė labai išsiplėtė, nes tada buvo sukurta daug įvairių savybių dirbtinių polimerų.

Svarbi visų mišinių sudėtinė medžiaga yra paviršinio aktyvumo medžiaga, padedanti sumaišyti skirtingos prigimties skysčius, tarkime riebalus su vandeniu. Paprasčiausia paviršinio aktyvumo medžiaga yra muilas, su kuriuo susipažinome 19.3 skyrelyje. Muilo ir į jį panašių medžiagų nepolinės liekanos panyra į nepolinės medžiagos sluoksnį, polinės — į vandens. Todėl riebalų lašeliai nesusiliečia vienas su kitu paviršiumi ir būna pasklidę vandenyje (22.3 pav.).

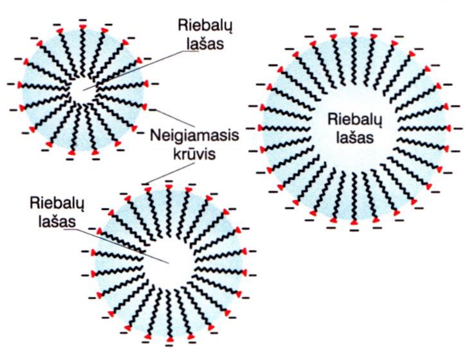
Atsiskyrę riebalų lašeliai vandenyje sudaro patvarią emulsiją. Jei naudojamos kietosios vandenyje netirpios medžiagos, gaunama suspensija.

Maisto pramonėje naudojama iš kiaušinio trynio išskirta natūrali paviršinio aktyvumo medžiaga — lecitinas. Lecitino dedama į geros kokybės kosmetiką.

Žmonija išmoko gaminti daugybę kosmetikos priemonių: tualetinį muilą, šampūną, kremą, lūpų dažus, losjoną, dantų pastą, kvepalus ir kt. (22.4 pav.). Dažnai tokių mišinių sudėtis yra kruopščiai slepiama, patentuojama. Net ir šiuolaikinėmis priemonėmis nepavyksta tiksliai nustatyti tokių mišinių sudėties. Chemikai nuolat tobulina mišinius, suteikia jiems daugybę naujų savybių.

Jau senais laikais moterys tepdavosi veidą kremu, kad oda nebūtų sausa. Kremą sudaro riebalai (dažniausiai aliejus), vaškai (paprastai iš avių odos ir vilnos gaunamas lanolinas), glicerolis, vanduo, paviršinio aktyvumo medžiaga, padedanti išlaikyti riebalų ir vandens mišinį, kitos medžiagos. Tepant veidą kremu, riebalai įsigeria į odą — tam padeda vaškas ir glicerolis. Be to, glicerolis neleidžia kremui išdžiūti.

Glicerolio (22.5 pav.) dedama į daugelį kosmetikos priemonių. Svarbiausia jo savybė — jis maišosi su vandeniu, bet tirpsta ir nevandeniniuose tirpikliuose, padeda išlaikyti patvaresnį mišinį su vandeniui negiminingomis medžiagomis. Panagrinėkime tipišką dantų pastos sudėtį (22.1 lentelė).



22.3 pav. Muilo veikimas

22.4 pav. Kosmetikos priemonės



22.1 lentelė

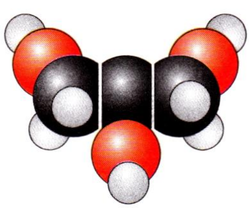
Tipiška dantų pastos sudėtis

Komponentas	Masės dalis, %	Funkcija
Vanduo	37	Tirpiklis ir užpildas
Glicerolis	32	Sulaiko drėgmę, neleidžia džiūti
Kalcio hidrofosfatas	27	Abrazyvas
Paviršinio aktyvumo medžiaga	2	Išlaiko patvarų pastos mišinį
Karageninas	1	Jūros žolių angliavandenis, stabilizatorius
Fluoridai ir kiti priedai	1	Emalio kietiklis, saldikliai ir konservantai

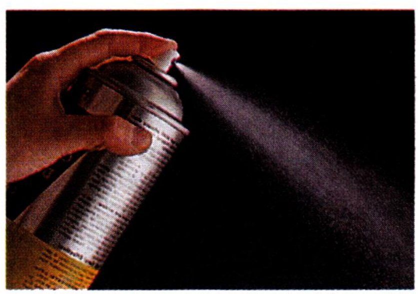
Savo gyvenimo neįsivaizduojame be šampūno. Šampūnas skirtas plaukų priežiūrai. Šampūne esanti paviršinio aktyvumo medžiaga (dažniausiai natrio laurilsulfatas, 22.6 pav.) pašalina riebalus nuo plaukų, nes šie būna su riebaliniu sluoksniu. Į šiuolaikinius šampūnus pridedama plaukų kondicionieriaus. Jis bent iš dalies pakeičia natūraliai susidariusį plaukus tepantį riebalinį skystį. Kiti šampūno priedai padeda sudaryti putas, klampumą, keičia šampūno vandenilio jonų rodiklį, pH, minkština vandenį.

Vietoj šampūno seniau buvo vartojamas tualetinis muilas. Jo savybės yra kitokios — tirpalo vandenilio jonų rodiklis, pH, yra negimININGAS odai (pH daugiau kaip 7), jis neturi visų tų priedų, kurių yra šampūnuose. Tačiau muilas — puiki riebalus šalinanti medžiaga.

Dar geresnės riebalus šalinančios medžiagos yra skalbimo milteliai. Svarbiausia jų sudedamoji dalis yra paviršinio aktyvumo medžiaga, vandens minkštikliai — neorganinės druskos (natrio karbonatas, natrio fosfatas, o šiuolai-



22.5 pav. Glicerolio molekulės modelis



22.7 pav. Aerozolio balionėlis



22.6 pav. Veiklioji šampūno medžiaga

kinėse skalbimo priemonėse — natrio citratas) ir kiti priedai. Skalbimo miltelių tirpalo pH paprastai daug didesnis už 7 ir siekia 10—11.

Nuo seno moterys mėgsta kvepalus. Dar ir dabar geriausiomis savybėmis pasižymi ne dirbtinės, o natūralios kvapiosios medžiagos: apelsinų ar mėtų aliejus, cinamonas, kardamonas, gvazdikėliai, muskusas ir daugybė kitų medžiagų. Tokios kvapiosios medžiagos maišomos su etanoliu (spiritu), ir gaunami kvepalai. Paprastai kvapiosios medžiagos sudaro apie 20 % gerų kvepalų mišinio, likusią dalį sudaro etanolis, įvairūs lėtai garuojantys organiniai tirpikliai, padedantys išlaikyti kvapą ilgą laiką. Odekolone kvapiųjų medžiagų dalis tesiekia tik apie 3 %, tualetiniame vandenyje — 6 %. Jei kvapiosios medžiagos sumaišomos su lengvai garuojančiomis medžiagomis, suskystintomis dujomis (freonu, propanu ir kt.), gaunami aerozoliai. Papurškus aerozolio, jį sudarančios dujos akimirksniu išgaruoja, ir ore greit pasklinda kvapioji medžiaga (22.7 pav.). Seniau aerozoliams naudoti freonai šiuo metu keičiami nekenksmingu propanu, nes įsitikinta, kad freonas naikina ozono sluoksnį (žr. skirsnį „Chemija ir aplinka“).

?

1 Kas yra bendra tarp visų buityje naudojamų cheminių priemonių?

2 Paaiškinkite, kodėl muilas yra paviršinio aktyvumo medžiaga.

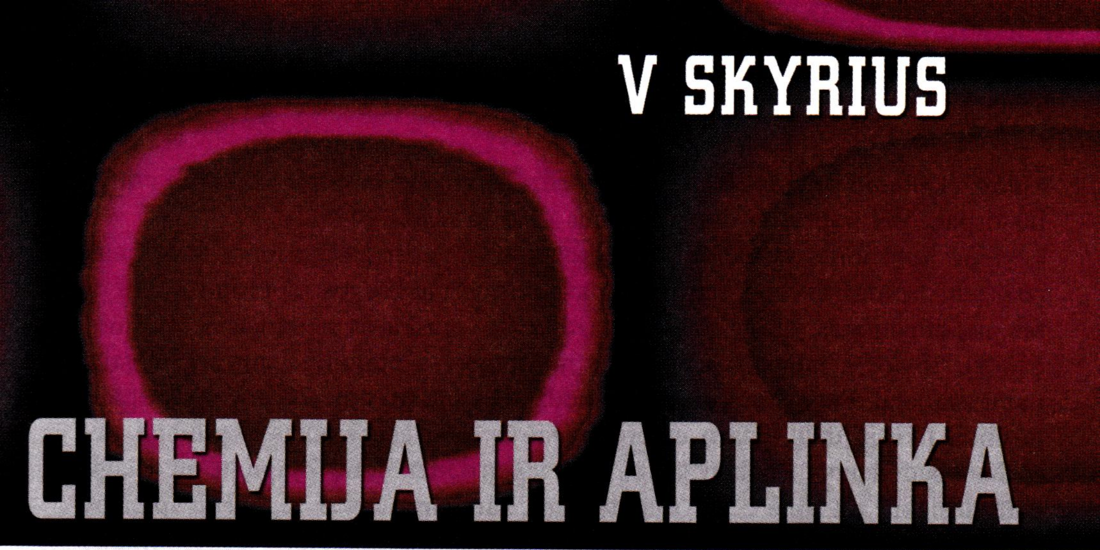
3 Kaip būtų galima sumaišyti riebalus su vandeniu? Kokių medžiagų reikėtų pridėti, kad mišinys išliktų patvarus?

4 Namie atlikite bandymą. Į stiklinaitę įlašinkite kelis lašus aliejaus ir įpilkite nedaug vandens. Po truputį įberkite kelis grūdelius skalbimo miltelių ir juos palengva ištirpinkite. Kada gaunate vienalytį mišinį? Paaiškinkite bandymą.

5 Išnagrinėkite užrašą, esantį ant pasirinktos cheminės priemonės pakuotės (dažų sudėtis, miltelių sudėtis ir pan.). Apibūdinkite medžiagas, surašydami jas į lentelę ir priskirdami prie tam tikros medžiagų grupės: tirpiklis, paviršinio aktyvumo medžiaga, vandens minkštiklis, pagrindinė sudėtinė medžiaga ir kt.

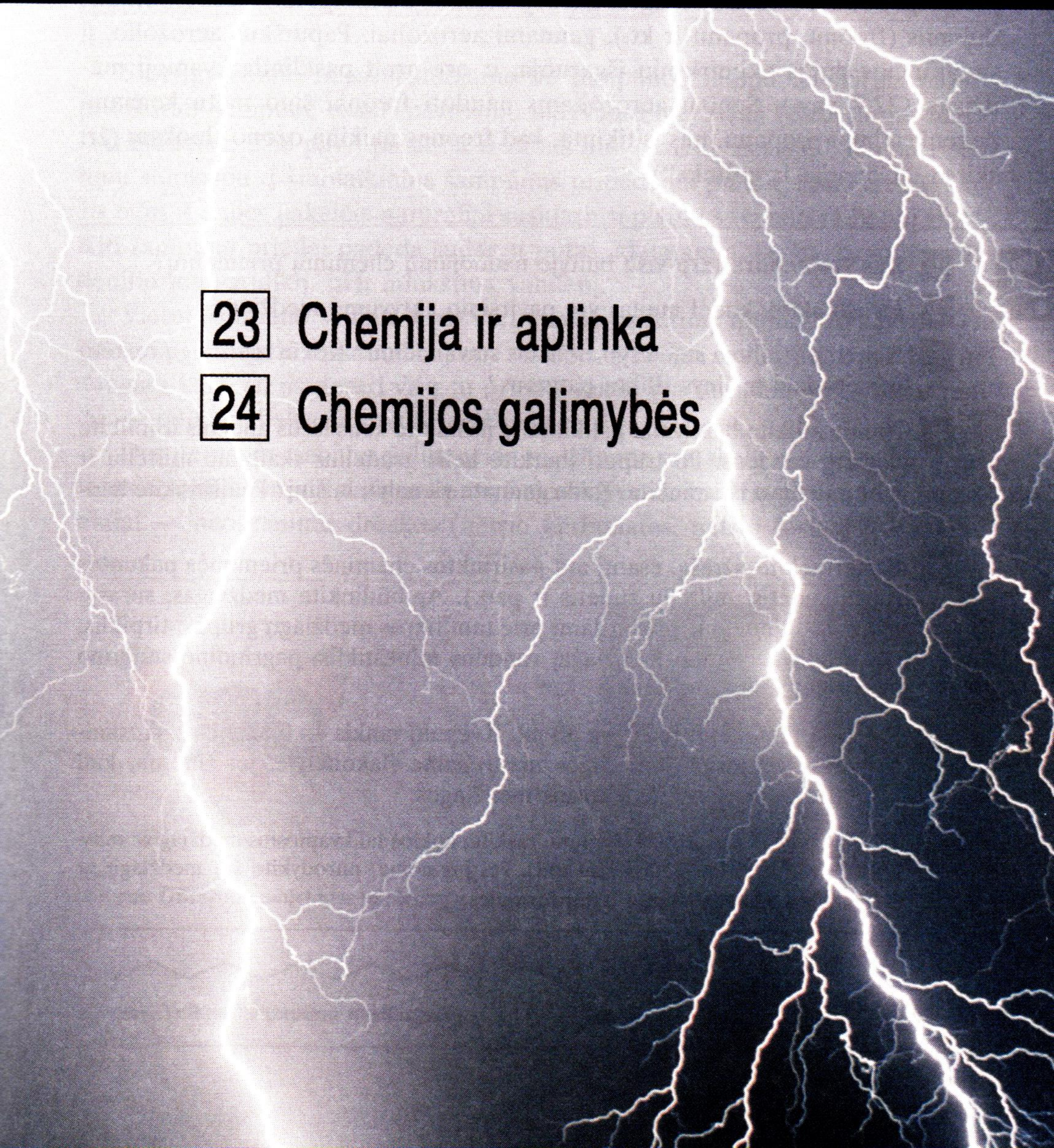
6 Kvepalų flakonėlio tūris yra 50 ml. Kvepalų tankis — 0,82 g/cm^3. Apskaičiuokite kvapiosios medžiagos masę šiame flakonėlyje, jei žinoma, kad kvepaluose yra 20 % kvapiosios medžiagos.

7 Naudodamiesi žinynais ir internetu, raskite, kokios tai kvapiosios medžiagos: muskusas, civetinas, muskatas, fencholis. Jei įmanoma, nurodykite šių medžiagų ar pagrindinių jų sudedamųjų dalių formules.



V SKYRIUS

CHEMIJA IR APLINKA



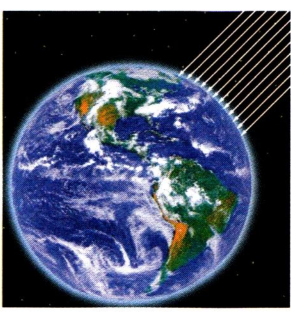
23. CHEMIJA IR APLINKA

Technikos ir technologijos plėtotė iš esmės pakeitė pasaulį. Kasdien vis daugiau pagaminama naujų cheminių medžiagų, įvairių mišinių, gaminių. Technikos poreikiai didėja. Vykstant gamybos procesui, neišvengiamai susidaro ir kaupiasi atliekos. Per pastarąjį šimtmetį į aplinką išmesta katastrofiškai daug įvairių teršalų. Taigi ar toliau galėsime gyventi Žemėje? Daug kas suskato kaltinti chemijos pramonę, pamiršdami, kad atmosferą, dirvožemį, vandenis teršia visa pramonė, transportas ir ūkinė žmogaus veikla.

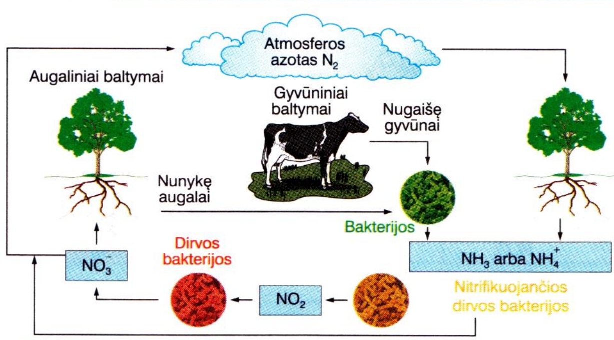
Labai svarbu išsiaiškinti, kodėl pavojingai išmetami pašaliniai produktai, ką daryti, kokias technologijas diegti, kad tokių produktų susidarytų kuo mažiau, kaip juos perdirbti, padaryti nekenksmingus ir pan. Be chemikų pagalbos čia neišsiversime. Pabandykite susisteminti tas žinias, kurias įgijote mokydamiesi chemijos, nagrinėdami chemijos ir aplinkos santykį.

23.1. Atmosfera

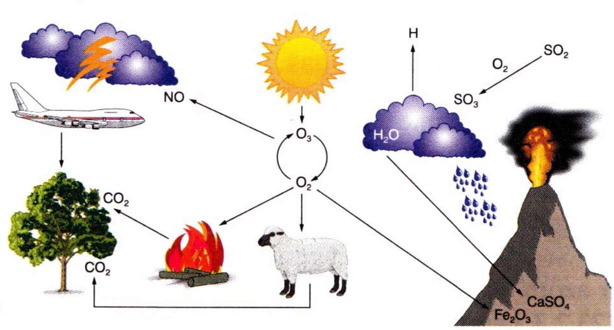
Žemė — nuostabi planeta. Didžiulį Žemės rutulį gaubiantis plonas atmosferos sluoksnis tarsi šydas saugo mūsų planetą nuo stingdančio kosminio šalčio, pražūtingo Saulės spinduliuotės poveikio (23.1.1 pav.).



23.1.1 pav. Žemės atmosfera ir Saulės spinduliuotė



23.1.2 pav. Azoto ciklas



23.1.3 pav. Deguonies ciklas

Mums kvėpuoti reikia deguonies. Antra vertus, įpratome, kad jis būtų „praskiestas“ azoto dujomis, kurios kvėpuojant nekinta. Natūraliai gamtoje nusistovėjo, galima sakyti, pastovus azoto ir deguonies dujų tūrio santykis, maždaug 4 : 1. Kodėl jis ilgą laiką nekinta? Išnagrinėkime *azòto ir deguoniẽs ciklus* ir prisiminkime visas juose vykstančias chemines reakcijas (23.1.2 ir 23.1.3 pav.).

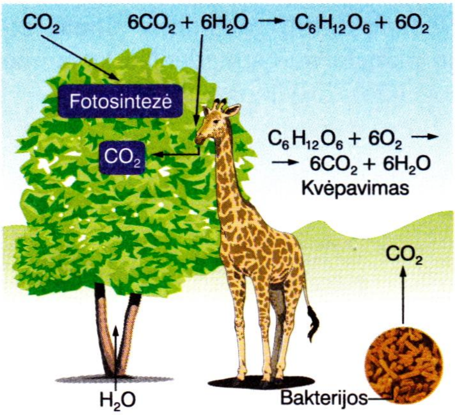
Dėl šių ciklų azoto ir deguonies kiekis išlieka pastovus.

Oksidacijai sunaudotas deguonies kiekis pasipildo dėl fotosintezės, kai anglies dioksidas virsta deguonimi.

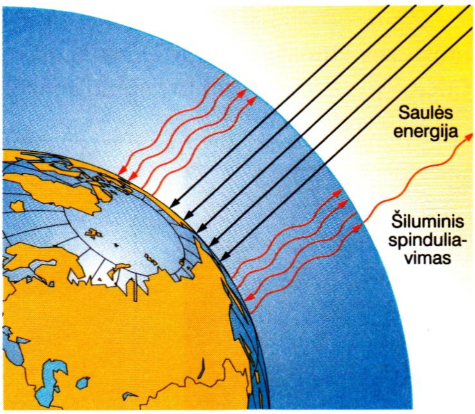
Tokiam darniam ciklui žmogaus veikla gali padaryti neigiamą įtaką, sutrikdyti pusiausvyrą. Beatodairiškai kertant miškus, deginant organinį kurą, sumažėja deguonies, sutrinka *angliẽs cìklas* (23.1.4 pav.), todėl reiškiasi *šil̃tnamio efèktas* (23.1.5 pav.).

Gaminant ir neracionaliai, gausiai tręšiant cheminėmis trąšomis, sunaudojama daug oro azoto.

Be to, į atmosferą kaskart patenka ir tokių medžiagų, kurių natūraliai susidaro visai nedaug. Tai *atmosfèros teršalaĩ*.



23.1.4 pav. Anglies ciklas



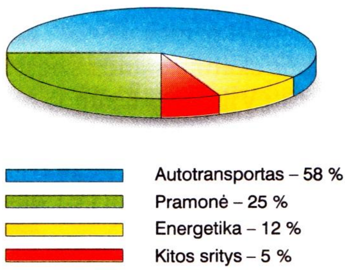
23.1.5 pav. Šiltnamio efektas

23.2. Atmosferos teršalai. Fotocheminis smogas.

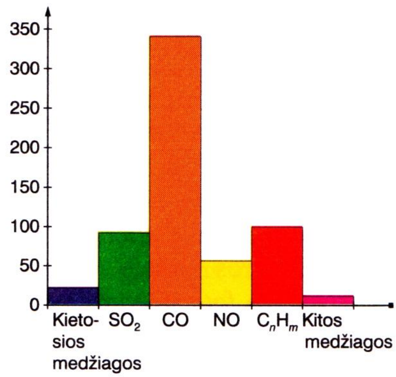
Išnagrinėkime 23.1 lentelę ir palyginkime atmosferos ir dėl ūkinės žmogaus veiklos susidariusius teršalų kiekius.

Atmosferą teršia ir Lietuvos pramonė bei transportas (23.2.1 pav.). Kiek kasmet Lietuvoje išmetama teršalų (tūkst. tonų), matote 23.2.2 paveiksle.

Susidarę teršalai reaguoja su aplinkos medžiagomis. Jau žinome, kad sieros ir azoto oksidai rūgština kritulius, reaguoja su dirvoje esančiomis medžiagomis (23.2.3 pav.).



23.2.1 pav. Atmosferos tarša

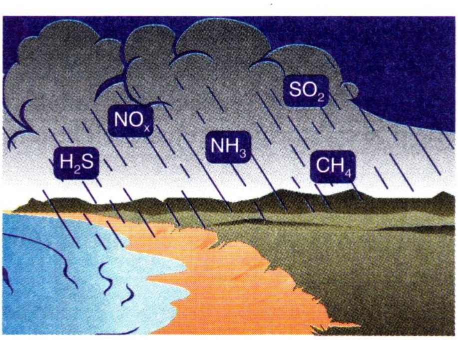


23.2.2 pav. Teršalų sudėtis

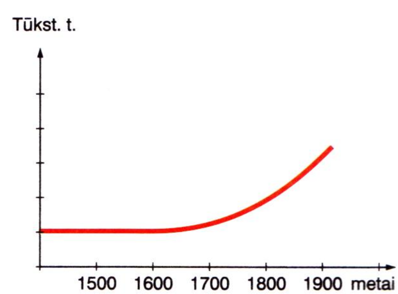
23.1 lentelė

Kasmet į atmosferą patenkantys teršalai (mln. tonų per metus)

Junginys	Formulė	Natūraliai susidaro	Dėl žmogaus veiklos išmetama
Anglies(IV) oksidas	CO_2	1 000 000	22 000
Anglies(II) oksidas	CO	2 100	700
Sieros dioksidas	SO_2	20	212
Metanas	CH_4	1 050	160
Kiti angliavandeniliai	C_nH_m	20 000	40
Azoto oksidai	NO_x	180	75
Amoniakas	NH_3	260	6
Vandenilio sulfidas	H_2S	84	3



23.2.3 pav. Teršalai atmosferoje



23.2.4 pav. Anglies dioksido kiekio atmosferoje didėjimas

Anglies(IV) oksido atmosferoje tolydžio daugėja. Jis susidaro deginant organinį kurą, taip pat kvėpuojant. Ypač jo padaugėjo per pastarąjį šimtmetį (23.2.4 pav.).

Po kurio laiko atmosferos teršalai, palikę žalingų pėdsakų gamtoje, išnyksta.

Yra kitokių šių kenksmingų dujų virsmų, kuriuos skatina saulės šviesa. Ne vienam turbūt teko matyti, kad virš didžiųjų miestų (Vìlniaus, Kaũno) centrų ir pramoninių rajonų saulėtą dieną tvyro ūkas. Kodėl?

Dėl atmosferos teršalų — azoto oksidų, anglies(II) oksido, angliavandenilių — susidaro *fotochèminis smògas*. Saulės šviesa skaido azoto(IV) oksidą.

NO_2	$\rightarrow$	NO	+	O
Azoto(IV) oksidas		Azoto(II) oksidas		Atominis deguonis

Atominis deguonis reaguoja su oro deguonimi. Taip susidaro ozonas.

O_2	+	O	$\rightarrow$	O_3
Oro deguonis		Atominis deguonis		Ozonas

Nedideliame aukštyje susidaręs ozonas labai pavojingas. Tai nuodinga medžiaga, labai stiprus oksidatorius. Kai jo yra ore, angliavandeniliai greitai oksiduojasi virsdami skystais ar kietais junginiais. Todėl ir matome prasklidusias daleles.

Šią reakciją galima pavaizduoti tokia schema:

$$\text{Angliavandeniliai} + CO + NO_2 + O_2 \xrightarrow{\text{saulės šviesa}}$$

$$\xrightarrow{\text{saulės šviesa}} O_3 + NO + \text{Oksiduoti produktai} + CO_2 + H_2O.$$

Cheminė reakcija, kuri vyksta veikiama šviesos, vadinama *fotochèmine reãkcija*.

Pirmasis fotochemines reakcijas tyrinėjo Lietuvoje (Pasvalio raj.) gyvenęs chemikas T. Grotus (*Grotthuss*). Jis atrado fotochemijos dėsnius.

?

1. Išvardykite pagrindinius atmosferos teršalus. Kurie iš jų rūgština kritulius? Parašykite rūgštinių kritulių susidarymo cheminių reakcijų lygtis.
2. Išnagrinėję skyrelyje pateiktas schemas, parašykite oksidacijos ir redukcijos puslygtes, pažymėkite oksidatorių ir reduktorių, perėjusių elektronų skaičių.
3. Kodėl azoto ir deguonies kiekis atmosferoje yra pastovus? Kurio tipo — oksidacijos-redukcijos ar mainų — reakcijos vyksta, kai ore susidaro azoto junginiai cheminiu ir natūraliu būdu?
4. Pasaulyje kasmet pagaminama apie 50 mln. tonų azoto trąšų (perskaičiavus pagal azotą). Apskaičiuokite, kiek amonio nitrato tai atitinka. Koks tūris azoto sunaudojamas?

5 Apskaičiuokite, kiek tonų sieros rūgšties Lietuvoje galima būtų pagaminti iš kasmet išmetamo 100 000 tonų sieros dioksido. Naudokitės šia schema:

$$SO_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow H_2SO_4.$$

6 Kodėl, palijus rūgščiajam lietui, upių ir ežerų vanduo nepasidaro rūgštus? Parašykite atitinkamas reakcijų lygtis, pademonstruokite, kaip neutralizuojami rūgštūs krituliai. Kodėl vandenyje padaugėja mineralinių medžiagų?

7 Namui šildyti kasmet sudeginama 3,2 t akmens anglių. Jose yra 2 % sieros. Koks tūris (n. s.) sieros(IV) oksido išsiskiria sudegus anglims?

8 Kas yra fotocheminis smogas? Kada jis greičiau susidaro — karštą ar šaltą dieną? Kodėl?

9 Kasmet Lietuvoje sunaudojama apie 4 mln. tonų naftos produktų. Laikydami, kad juose yra 85 % anglies, apskaičiuokite, kokia masė anglies(IV) oksido susidaro deginant šį kurą.

10 Kai kur dar naudojami freonai. Kuo jie kenksmingi? Apskaičiuokite, koks tūris freonų būdavo išmetamas Lietuvoje per metus, jeigu jų masė siekė 2 500 tonų. Laikykite, kad freono formulė yra CCl_3F.

23.3. Vanduo

Vandens svarba gyvajam ir negyvajam pasauliui neįkainojama. Net iki 70 % žmogaus kūno masės sudaro vanduo, jis dengia 2/3 Žemės paviršiaus. Atrodytų, kad jo turime pakankamai. Deja, taip nėra.

Įsivaizduokime, kad visą Žemėje esantį vandenį galima supilti į vieną statinę. Tada visos jo rūšys atrodys taip (23.3.1 pav.).

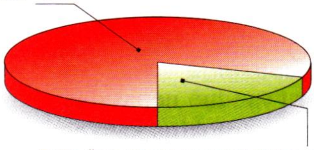
Taigi gėlas vanduo sudaro tik nedidelę visos Žemės vandens dalį. Kai kurioms šalims jo labai trūksta. Lietuva yra drėgmės pertekliaus zonoje. Tačiau netinkamai naudojant arba teršiant vandenį, greitai jo gali pritrūkti ir pas mus.

Lietuvoje kasmet sunaudojama apie 4 mlrd. kubinių metrų vandens, daugiausia — energetikoje ir pramonėje (23.3.2 pav.).

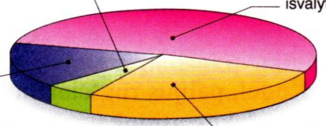
Išnagrinėkite 23.2 lentelę ir išsiaiškinkite, kur buityje daugiausia sunaudojama vandens.



23.3.1 pav. Žemėje esantis vanduo



23.3.2 pav. Vandens sunaudojimas (2000 m.)



23.3.3 pav. Vandens valymas (2000 m.)

23.2 lentelė

Sunaudojamo vandens kiekis, litrais	
Vonia	130 (vienąkart išsimaudyti)
Dušas	5–15 (per minutę)
Indų plovimas	3–6 (per minutę)
Tualetas	3–11 (vienąkart nuleisti)

Lietuvoje didžioji dalis sunaudojamo vandens yra nepakankamai išvaloma (23.3.3 pav.). Patekęs į atvirus telkinius, nevalytas vanduo gali užteršti požeminius vandenis.

Kokiomis cheminėmis medžiagomis yra teršiamas vanduo? Išnagrinėję 23.3 lentelę, galėsite apskaičiuoti, kiek vagonų teršalų patenka į mūsų upes ir ežerus.

23.3 lentelė

Teršalai	Vagonų skaičius per metus (vagono masė — 60 t)
Naftos produktai	5,7
Fosforas (tirpus fosfatas PO_4^{3-})	24
Azotas (NH_4^+, NO_2^-, NO_3^-)	177
Geležis	3
Sunkieji metalai (Cu, Zn, Ni, Cr, Mn, Pb)	3,5

Rūgščiojo lietaus veikiami, tirpsta dirvos karbonatai, aliuminio oksidas. Todėl vandenyje padaugėja druskų. Apskaičiuota, kad, pradėjus veikti Lietuvos elektrinei (Elektrėnuose), aplinkinių telkinių vandenyje druskų padaugėjo. Iš dirvos tirpių junginių pavidalu gali būti išplaunamas aliuminis. Tai nuodingas elementas.

Vandens apsaugai turi būti skiriama daugiau dėmesio negu iki šiol. Čia gali pagelbėti chemikai, siūlydami, kaip išvalyti užterštą vandenį, kaip pritaikyti technologijas, kad būtų kuo mažiau atliekų.

1 Kodėl reikia tausoti vandenį? Apskaičiuokite, kiek Lietuvoje sunaudojamo vandens (m^3) tenka kiekvienam gyventojui. Kiek kubinių metrų vandens per metus Lietuvos gyventojas sunaudoja buityje? Remkitės 23.2 lentele.

2 Kaip teršalai iš atvirų vandens telkinių gali patekti į žmogaus organizmą?

3 Baltijos jūros tūris — 20 300 km^3. Žemės atmosferoje yra $12 \cdot 10^{12}$ tonų vandens garų. Kokia tai būtų Baltijos jūros dalis?

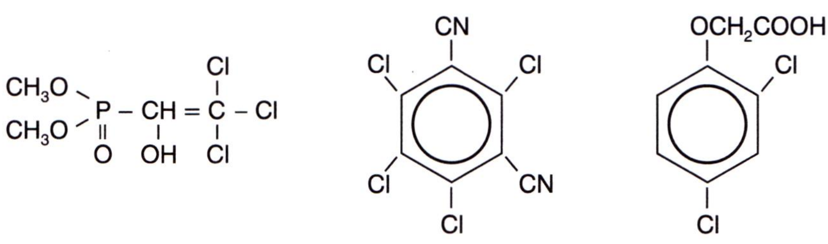
4 Lietuvoje kasmet vidutiniškai iškrinta apie 700 mm kritulių. Vadinasi, vanduo galėtų apsemti šalies teritoriją 70 cm storio sluoksniu. Apskaičiuokite, koks tūris vandens iškrinta kasmet į jūsų mokyklos kiemą. Kiemo plotą apskaičiuokite patys.

5 Jei leis tėvai, atlikite bandymą (arba apskaičiuokite). Į tualeto nuplovimo bakelį įstatykite stiklainį su vandeniu. Kiekvieną kartą, kai iš bakelio nuleisite vandenį, sutaupysite jo tiek, kokio tūrio stiklainis panardintas. Kiek litrų vandens pavyko sutaupyti per dieną?

6 Remdamiesi reakcijų lygtimis, paaiškinkite, kodėl, nulijus rūgščiajam lietui, dirvožemyje padaugėja druskų (vandens mineralizacija) ir aliuminio.

23.4. Dirvožemis

Kiek daug gražių posmų, dainų sudėta apie žemę! Tai ir žemė maitintoja, motina žemelė ir kt. Kiek nutapyta paveikslų, sukurta muzikos! Lietuvoje yra apie 2,5 mln. ha ariamos žemės, taigi kiekvienam šalies gyventojui tenka apie 0,65 ha. Mūsų šalis yra intensyviosios žemdirbystės kraštas. Žemės ūkis naudoja nemažai įvairiausių cheminių junginių, vadinamų pesticidais, skirtų kovoti su kenkėjais (insekticidai), piktžolėmis (herbicidai) ir grybinėmis augalų ligomis (fungicidai). Kaip klasifikuojami pesticidai ir kokia jų paskirtis, pavaizduota 23.4.1 paveiksle.



Chlorofosas — Vidutinio nuodingumo — *a*

Chlortalonilas — Pavojingas žuvims — *b*

2,4–D — Pavojingas žinduoliams — *c*

23.4.1 pav. Pesticidai: *a* — insektidai; *b* — fungicidai; *c* — herbicidai

Matyti, kad tai organiniai junginiai, turintys chloro arba fosforo. Šios medžiagos nuolat keičiamos, randama naujų, veiksmingesnių, o svarbiausia — greičiau suskylančių junginių. Lietuvoje atlikti tyrimai parodė, kad dauguma panašios sudėties medžiagų ilgai lieka žemėje nepakitusios. Parazitai ir ligų sukėlėjai pamažu pripranta prie šių junginių, todėl jiems kaskart reikia vis naujų dozių. Šios medžiagos kaupiasi dirvožemyje, augaluose ir gyvūnuose. Dažnai neigiamas jų poveikis išryškėja tik po 10—15 ar daugiau metų.

DDT — insekticidas, uždraustas daugelyje valstybių, taip pat ir Lietuvoje. Nors šis insekticidas seniai nenaudojamas, jo pėdsakų žemėje randama iki šiol.

Ekonomiškai išsivysčiusiose šalyse pesticidais apdorojamos tik techninės kultūros: linai, cukriniai runkeliai ir pan. Vietoj pesticidų puikiai galima taikyti biologinius kovos metodus, gerą sėjomainą. Be to, nustatyta, kad nuo pesticidų žūva apie 20—70 % naudingų vabzdžių, naikinančių kenkėjus. Taigi jei derlius iš pradžių ir padidėja, vėliau beveik du kartus pagausėja kenksmingų vabzdžių. Tada pesticidų dozes reikia didinti. Susidaro užburtas ratas.

Dabar vis labiau plėtojama ekologinė žemdirbystė, kai apsieinama be mineralinių trąšų ir pesticidų.

Dirva teršiama ir kitomis medžiagomis. Prie greitkelių auginami žemės ūkio augalai turi nemažai švino. Jis kaupiasi patekus ant jų iš automobilių išmetamų dujų švino junginiams, kai naudojamas etiliuotas benzinas, t. y. benzinas, turintis tetraetilšvino. Lietuvoje imta gaminti bešvinį benziną.

Labai svarbi problema — besikaupiančios kietosios atliekos (23.4.2 pav.). Jų Lietuvoje kasmet susidaro daugiau kaip po 5 t kiekvienam gyventojui. Dalis tokių atliekų yra pavojingos, turi sunkiųjų metalų.

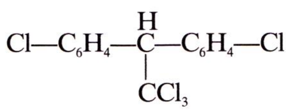
Atliekų̃ pérdirbimas ir *kenksmingùmo šãlinimas* — didžiulė nūdienos ir ateities problema. Neišsprendę jos, turėsime užterštus Lietuvos laukus, pakenksime gamtai, o drauge ir sau.



23.4.2 pav. Sąvartynas

?

1. Kaip teršalai iš dirvožemio patenka žmogui?
2. Istorikai vartoja terminą — kultūrinis sluoksnis. Kuo senesnių radinių aptinkama kasinėjant, tuo jie yra gilesniame kultūriniame sluoksnyje. Iš ko jis susidaro?
3. Kodėl viršutiniame dirvos sluoksnyje anglies masės dalis yra didesnė negu gilesniuose sluoksniuose?
4. Atliekoms kaupti paruošta duobė. Kuri geresnė: a) gili; b) sekli; c) išklota molio sluoksniu? Paaiškinkite kodėl.
5. Apskaičiuokite chloro masės dalį pesticide DDT. Jo formulė:

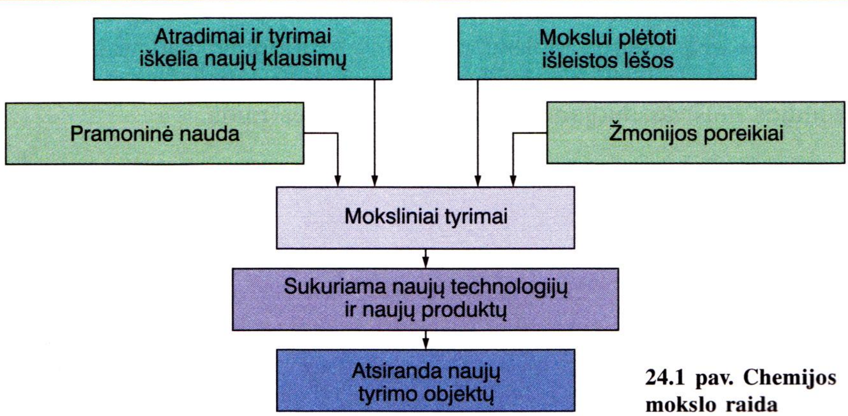


6. Muselė drozofila išskiria fermentą DDT dehidrochlorinazę. Ši skatina vandenilio chlorido molekulę atskilti nuo DDT molekulės. Susidaro nesočiojo angliavandenilio darinys. Parašykite reakcijos lygtį.

24. CHEMIJOS GALIMYBĖS

Ar įsivaizduotume savo gyvenimą be spalvingų drabužių, gražių vitrinų, automobilių, vaistų, šiltų būstų, t. y. be visų tų malonumų, kuriuos teikia civilizacija. Chemijos mokslas plėtojasi kartu su kitais mokslais, padėdamas spręsti iškilusias problemas (24.1 pav.).

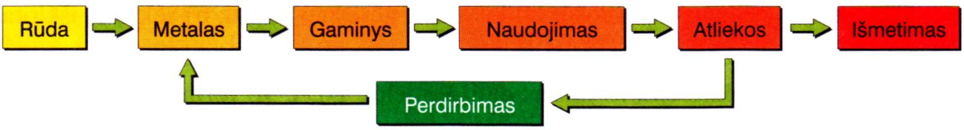
Pažinimo procesas begalinis ir nenutrūkstamas. Atsiranda naujų poreikių, plėtojama gamyba, gaunamas pelnas ir t. t.



24.1 pav. Chemijos mokslo raida

Aplinkos apsaugos problema atsirado dėl mokslo ir gamybos plėtros. Iškilo klausimas, ar išliks žmonija. Ką gi čia gali padaryti chemija ir chemikai? Daug kas dėl ekologijos problemų kaltina būtent šį mokslą. O juk gamtai kenkiame visi.

Chemikai ieško išeities. Vienas iš būdų — naujų *beatliẽkių technològijų* kūrimas. Išnagrinėkite, pavyzdžiui, kaip galima panaudoti netinkamus metalo dirbinius.



Daugelyje šalių produkcija gaminama su ženklais, rodančiais, kad gaminiai dar tinka perdirbti arba jie yra pagaminti iš antrinių žaliavų (24.2 pav.).

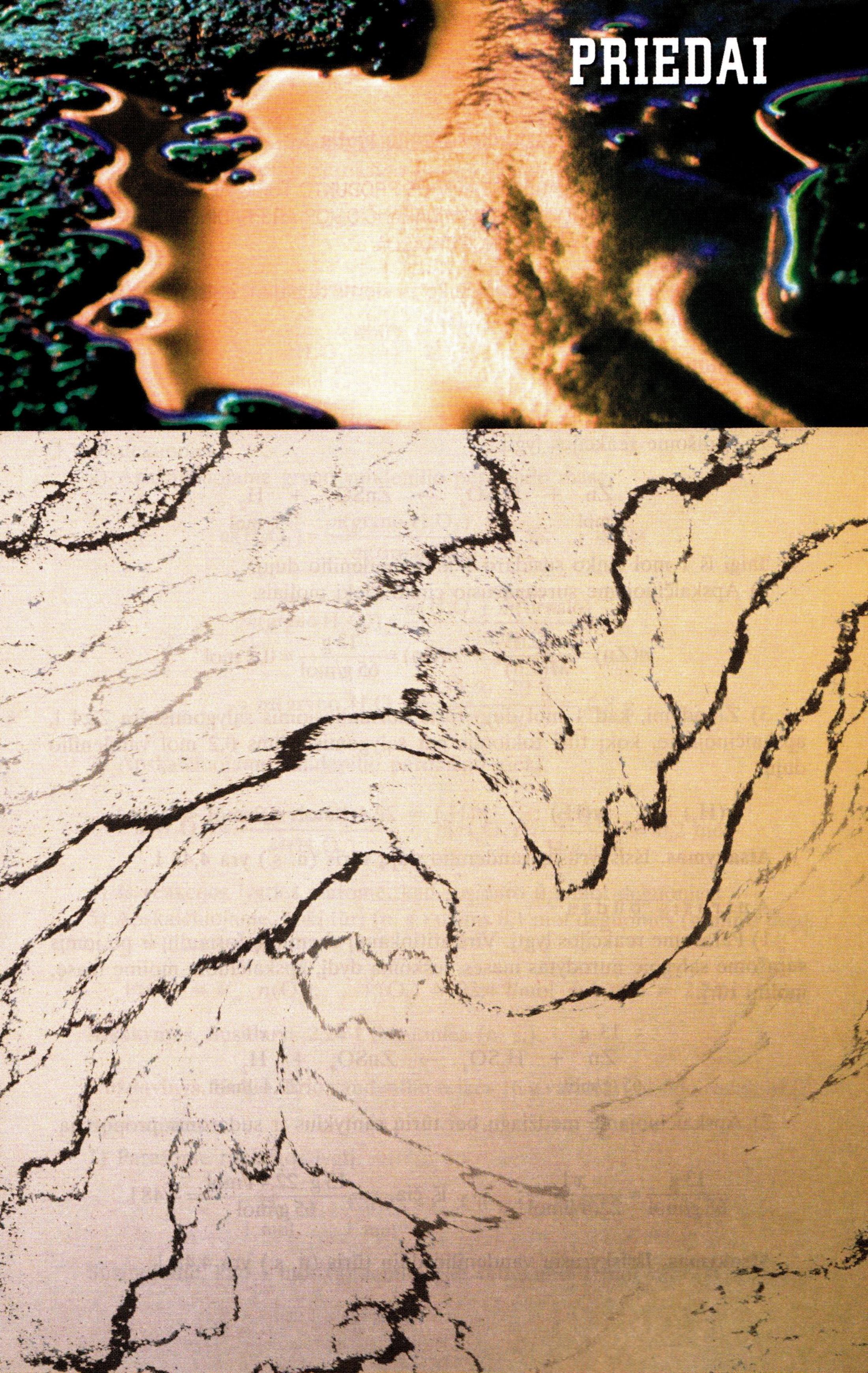


24.2 pav. Perdirbimo ženklai ant gaminių

Daug kas priklauso nuo visos visuomenės, kiekvieno žmogaus požiūrio į aplinką. Chemija, kaip gamtos mokslas, padeda geriau suprasti ir spręsti iškylančias problemas. Tačiau net svarbiausi pasaulio mokslininkų laimėjimai nueis perniek, jei visuomenė bus abejinga mūsų bendriems namams, mūsų pačių sveikai gyvensenai.

Gilindamiesi į gamtos mokslų paslaptis, supratome, kad visuomenės pažangą lemia mokslo laimėjimai. Chemijos mokslo indėlis taip pat labai svarus. Be chemijos neįsivaizduojama tolesnė visuomenės raida.

PRIEDAI



Skaičiavimai pagal cheminių reakcijų lygtis

I. PRADINĖS MEDŽIAGOS ARBA REAKCIJOS PRODUKTO TŪRIO APSKAIČIAVIMAS, KAI ŽINOMA KITOS MEDŽIAGOS (SUSIDARANČIOSIOS AR PRADINĖS) MASĖ, MASĖS DALIS, TŪRIS ARBA KONCENTRACIJA

1 uždavinys. Reaguojant 13 g cinko su sieros rūgštimi, išsiskiria vandenilio dujos. Apskaičiuokite jų tūrį.

Sprendimas

P i r m a s i s   b ū d a s

1) Parašome reakcijos lygtį.

$$\underset{1\ \text{mol}}{Zn} + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + \underset{1\ \text{mol}}{H_2}$$

Taigi iš 1 mol cinko susidaro 1 mol vandenilio dujų.

2) Apskaičiuojame sureagavusio cinko kiekį moliais.

$$n(\text{Zn}) = \frac{m(\text{Zn})}{M(\text{Zn})}; \qquad n(\text{Zn}) = \frac{13\ \text{g}}{65\ \text{g/mol}} = 0{,}2\ \text{mol}$$

3) Žinodami, kad 1 mol dujų tūris normaliosiomis sąlygomis yra 22,4 l, apskaičiuojame, kokį tūrį tokiomis pat sąlygomis užims 0,2 mol vandenilio dujų.

$$V(\text{H}_2) = V_m \cdot n(\text{H}_2)\ ; \qquad V(\text{H}_2) = 22{,}4\ \text{l/mol} \cdot 0{,}2\ \text{mol} = 4{,}48\ \text{l}$$

Atsakymas. Išsiskyrusių vandenilio dujų tūris (n. s.) yra 4,48 l.

A n t r a s i s   b ū d a s

1) Parašome reakcijos lygtį. Virš atitinkamų cheminių formulių ir po jomis surašome sąlygoje nurodytas mases, ieškomą dydį, apskaičiuotą molinę masę, molinį tūrį.

$$\overset{13\ \text{g}}{\underset{65\ \text{g/mol}}{Zn}} + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + \overset{x\ \text{l}}{\underset{22{,}4\ \text{l/mol}}{H_2}}$$

2) Apskaičiuojame medžiagų bei tūrių santykius ir sudarome proporciją.

$$\frac{13\ \text{g}}{65\ \text{g/mol}} = \frac{x\ \text{l}}{22{,}4\ \text{l/mol}}; \qquad \text{iš čia}\ x = \frac{13\ \text{g} \cdot 22{,}4\ \text{l/mol}}{65\ \text{g/mol}} = 4{,}48\ \text{l}$$

Atsakymas. Išsiskyrusių vandenilio dujų tūris (n. s.) yra 4,48 l.

2 uždavinys. Koks tūris deguonies (n. s.) susidarys suskaidžius 20 g 20 % koncentracijos vandenilio peroksido tirpalo (katalizatorius — mangano dioksidas)?

Sprendimas

1) Parašome reakcijos lygtį.

$$\underset{2\ \text{mol}}{2H_2O_2} \xrightarrow{MnO_2} 2H_2O + \underset{1\ \text{mol}}{O_2}.$$

Remdamiesi ja, sužinome, kad iš 2 mol vandenilio peroksido susidaro 1 mol deguonies.

2) Apskaičiuojame gryno vandenilio peroksido masę.

$$\omega(H_2O_2) = \frac{m(\text{gryno } H_2O_2)}{m(\text{tirpalo})} \cdot 100\ \%; \qquad \text{iš čia}$$

$$m(\text{gryno } H_2O_2) = \frac{\omega(H_2O_2) \cdot m(\text{tirpalo})}{100\%} \rightarrow$$

$$\rightarrow m(\text{gryno } H_2O_2) = \frac{34\ \% \cdot 20\ \text{g}}{100\ \%} = 6{,}8\ \text{g}$$

3) Apskaičiuojame vandenilio peroksido kiekį.

$$n(H_2O_2) = \frac{m\ (\text{gryno } H_2O_2)}{M(H_2O_2)}; \qquad n(H_2O_2) = \frac{6{,}8\ \text{g}}{34\ \text{g/mol}} = 0{,}2\ \text{mol}$$

4) Iš reakcijos lygties matome, kad susidaro 0,1 mol deguonies.

5) Apskaičiuojame, kokį tūrį (n. s.) užims 0,1 mol deguonies (molinis dujų tūris V_m = 22,4 l/mol).

$$V(O_2) = V_m \cdot n(O_2); \qquad V(O_2) = 22{,}4\ \text{l/mol} \cdot 0{,}1\ \text{mol} = 2{,}24\ \text{l}$$

Atsakymas. Susidarys 2,24 l deguonies (n. s.).

3 uždavinys. Kokio tūrio vandenilio reikės 16 g vario(II) oksido redukuoti?

Sprendimas

1) Parašome reakcijos lygtį.

$$\underset{1\ \text{mol}}{H_2} + \underset{1\ \text{mol}}{CuO} \rightarrow Cu + H_2O.$$

Sužinojome, kad 1 mol vandenilio gali redukuoti 1 mol vario(II) oksido.

2) Apskaičiuojame vario(II) oksido kiekį moliais.

$$n(\text{CuO}) = \frac{m(\text{CuO})}{M(\text{CuO})}; \qquad n(\text{CuO}) = \frac{16 \text{ g}}{80 \text{ g/mol}} = 0{,}2 \text{ mol}$$

3) Iš reakcijos lygties sužinome, kad reikės 0,2 mol vandenilio.
4) Apskaičiuojame, kokį tūrį (n. s.) užims šis dujų kiekis.

$$V(H_2) = V_m \cdot n(H_2); \qquad V(H_2) = 22{,}4 \text{ l/mol} \cdot 0{,}2 \text{ mol} = 4{,}48 \text{ l}$$

Atsakymas. Reikės 4,48 l vandenilio (n. s.).

4 uždavinys. Iškaitinus 6,25 g techninės kreidos, gauta 1,12 l (n. s.) dujų. Kiek priemaišų (procentais) buvo techninėje kreidoje?

Sprendimas

1) Parašome reakcijos lygtį.

$$\underset{1 \text{ mol}}{CaCO_3} \xrightarrow{t^\circ} CaO + \underset{1 \text{ mol}}{CO_2}$$

Vadinasi, iš 1 mol kalcio karbonato susidaro 1 mol CO_2 dujų.
2) Apskaičiuojame dujų kiekį.

$$n(CO_2) = \frac{V(CO_2)}{V_M}; \qquad n(CO_2) = \frac{1{,}12 \text{ l}}{22{,}4 \text{ l/mol}} = 0{,}5 \text{ mol}$$

3) Iš reakcijos lygties nustatome, kad suskilo 0,05 mol kalcio karbonato.
4) Jo masė lygi:

$$m(CaCO_3) = n(CaCO_3) \cdot M(CaCO_3);$$

$$m(CaCO_3) = 0{,}05 \text{ mol} \cdot 100 \text{ g/mol} = 5 \text{ g}$$

5) Apskaičiuojame kalcio karbonato masės dalį techninėje kreidoje.

$$\omega(CaCO_3) = \frac{m(CaCO_3)}{m(\text{kreidos})} \cdot 100\ \%; \qquad \omega(CaCO_3) = \frac{5 \text{ g}}{6{,}25 \text{ g}} \cdot 100\ \% = 80\ \%$$

Priemaišų yra 100 % – 80 % = 20 %.

Atsakymas. Techninėje kreidoje buvo 20 % priemaišų.

5 uždavinys. Kokio tūrio oro (n. s.) reikės 9,7 g cinko sulfido sudeginti? Ore yra 21 % deguonies (tūrio atžvilgiu).

Sprendimas

1) Parašome reakcijos lygtį.

$$\underset{2 \text{ mol}}{2ZnS} + \underset{3 \text{ mol}}{3O_2} \rightarrow 2SO_2 + 2ZnO$$

Iš jos matome, kad 2 mol cinko sulfido sudeginti reikia 3 mol deguonies.
2) Apskaičiuojame cinko sulfido kiekį.

$$n(\mathrm{ZnS}) = \frac{m(\mathrm{ZnS})}{M(\mathrm{ZnS})}; \qquad n(\mathrm{ZnS}) = \frac{9{,}7\ \mathrm{g}}{97\ \mathrm{g/mol}} = 0{,}1\ \mathrm{mol}$$

3) Šiai reakcijai reikia 0,15 mol deguonies. Tai sudaro

$$V(\mathrm{O_2}) = V_m \cdot n(\mathrm{O_2}); \qquad V(\mathrm{O_2}) = 0{,}15\ \mathrm{l/mol} \cdot 22{,}4\ \mathrm{l/\ mol} = 3{,}36\ \mathrm{l}.$$

4) Kadangi ore yra tik 21 % deguonies, sudarome proporciją.

$$\frac{21\ \%}{100\ \%} = \frac{3{,}36\ \mathrm{l}}{x\ \mathrm{l}}; \qquad \text{iš čia } x = \frac{3{,}36\ \mathrm{l} \cdot 100\ \%}{21\ \%} = 16\ \mathrm{l}$$

Atsakymas. Reikės 16 l oro (n. s.).

6 uždavinys. Virinant 80 cm^3 amonio sulfato tirpalo su natrio hidroksidu, išsiskyrė 8,96 l amoniako (n. s.). Kokia buvo šio tirpalo molinė koncentracija?

Sprendimas

1) Parašome reakcijos lygtį.

$$\underset{1\ \mathrm{mol}}{(\mathrm{NH_4})_2\mathrm{SO_4}} + 2\mathrm{NaOH} \xrightarrow{t^\circ} \mathrm{Na_2SO_4} + \underset{2\ \mathrm{mol}}{2\mathrm{NH_3}} + 2\mathrm{H_2O}$$

Vadinasi, iš 1 mol amonio sulfato susidaro 2 mol amoniako.
2) Apskaičiuojame, kiek amoniako išsiskyrė vykstant šiai reakcijai.

$$n(\mathrm{NH_3}) = \frac{V(\mathrm{NH_3})}{V_M}; \qquad n(\mathrm{NH_3}) = \frac{8{,}96\ \mathrm{l}}{22{,}4\ \mathrm{l/mol}} = 0{,}4\ \mathrm{mol}$$

3) Iš reakcijos lygties aišku, kad sureagavo 0,2 mol amonio sulfato.
4) Laikydami, kad 1000 cm^3 yra x molių medžiagos, galime sudaryti proporciją.

$$\frac{80\ \mathrm{cm^3}}{1000\ \mathrm{cm^3}} = \frac{0{,}2\ \mathrm{mol}}{x\ \mathrm{mol}}; \qquad \text{iš čia } x = \frac{1000\ \mathrm{cm^3} \cdot 0{,}2\ \mathrm{mol}}{80\ \mathrm{cm^3}} = 2{,}5\ \mathrm{mol}$$

Tirpalo koncentracija yra 2,5 mol.

Atsakymas. Molinė amonio sulfato koncentracija buvo 2,5 mol/l.

7 uždavinys. Į 200 cm^3 kalio hidroksido tirpalo, kurio koncentracija yra 1,4 mol/l, prileista 6,272 l (n. s.) anglies(IV) oksido. Apskaičiuokite, kokia druska susidarė ir kokia jos masė.

Sprendimas

1) Kalio hidroksidas su anglies(IV) oksidu gali reaguoti dviem būdais:
a) jei yra hidroksido perteklius, tai

$$\underset{2\text{ mol}}{2KOH} + \underset{1\text{ mol}}{CO_2} \rightarrow K_2CO_3 + H_2O.$$

b) jei yra anglies(IV) perteklius, tai

$$\underset{1\text{ mol}}{KOH} + CO_2 \rightarrow \underset{1\text{ mol}}{KHCO_3}.$$

Taigi a reakcijos medžiagų molinis santykis yra 2 : 1, o b reakcijos – 1 : 1.
1) Apskaičiuojame, kiek molių x kalio hidroksido yra 200 cm^3 jo tirpalo.

$$\frac{200\text{ cm}^3}{1000\text{ cm}^3} = \frac{x}{1{,}4\text{ mol}}; \qquad x = \frac{200\text{ cm}^3 \cdot 1{,}4\text{ mol}}{1000\text{ cm}^3} = 0{,}28\text{ mol}$$

2) Apskaičiuojame anglies(IV) oksido molių skaičių.

$$n(CO_2) = \frac{V(CO_2)}{V_M}; \qquad n(CO_2) = \frac{6{,}272\text{ l}}{22{,}4\text{ l/mol}} = 0{,}28\text{ mol}$$

Vadinasi, reaguojančiųjų medžiagų santykis yra 0,28 mol : 0,28 mol, t. y. 1 : 1. Taigi vyko b reakcija. Susidarė 0,28 mol kalio hidrokarbonato.
3) Kalio hidrokarbonato masė yra

$$m(KHCO_3) = n(KHCO_3) \cdot M(KHCO_3);$$

$$m(KHCO_3) = 0{,}28\text{ mol} \cdot 100\text{ g/mol} = 28\text{ g}.$$

Atsakymas. Susidarė 28 g kalio hidrokarbonato.

8 uždavinys. Natrio hidroksido tirpalo masė yra 80 g. Į jį prileista 3,36 l (n. s.) sieros(IV) oksido. Apskaičiuokite, kiek natrio sulfito susidarė ir kokia gauto tirpalo procentinė sudėtis.

Sprendimas

1) Reakcijos lygtis

$$2NaOH + \underset{1\text{ mol}}{SO_2} \rightarrow \underset{1\text{ mol}}{Na_2SO_3} + H_2O.$$

Matome, kad iš 1 mol sieros(IV) oksido susidaro 1 mol natrio sulfito.
2) Apskaičiuojame sureagavusiųjų dujų kiekį.

$$n(SO_2) = \frac{V(SO_2)}{V_M}; \qquad n(SO_2) = \frac{3{,}36\text{ l}}{22{,}4\text{ l/mol}} = 0{,}15\text{ mol}$$

3) Apskaičiuojame sugerto (absorbuoto) sieros oksido masę.

$$m(SO_2) = n(SO_2) \cdot M(SO_2); \qquad m(SO_2) = 0{,}15 \text{ mol} \cdot 64 \text{ g/mol} = 9{,}6 \text{ g}$$

4) susigėrus sieros(IV) oksidui, tirpalas pasunkėjo 9,6 g. Bendra tirpalo masė pasidarė

$$m(\text{tirpalo}) = 80 \text{ g} + 9{,}6 \text{ g} = 89{,}6 \text{ g}.$$

5) Susidariusio natrio sulfito kiekis lygus sieros(IV) oksido kiekiui (0,15 mol). Šios medžiagos masė yra

$$m(Na_2SO_3) = n(Na_2SO_3) \cdot M(Na_2SO_3);$$

$$m(Na_2SO_3) = 0{,}15 \text{ mol} \cdot 126 \text{ g/mol} = 18{,}9 \text{ g}.$$

6) Natrio sulfito masės dalis gautame tirpale yra

$$\omega(Na_2SO_3) = \frac{m(Na_2SO_3)}{M(\text{tirpalo})} \cdot 100 \ \%; \qquad \omega(Na_2SO_3) = \frac{18{,}9 \text{ g}}{89{,}6 \text{ g}} \cdot 100 \ \% = 21 \ \%.$$

Atsakymas. Susidarė 18,9 g natrio sulfito, kurio masės dalis 21 %.

Pastaba. 2—8 uždavinius galima spręsti ir kitais būdais, pavyzdžiui, kaip 1-ąjį uždavinį.

II. REAKCIJOS TARP DUJINIŲ MEDŽIAGŲ (TŪRIŲ SKAIČIAVIMAI)

1 uždavinys. Apskaičiuokite, koks tūris (n. s.) anglies(IV) oksido susidarys sudeginus 13,44 l (n. s.) etano dujų.

Sprendimas

P i r m a s i s b ū d a s

1) Parašome reakcijos lygtį.

$$\underset{2 \text{ mol}}{2C_2H_6} + 7O_2 \rightarrow \underset{4 \text{ mol}}{4CO_2} + 6H_2O$$

Iš jos nustatome, kad iš 2 mol etano susidaro 4 mol anglies (IV) oksido.
2) Apskaičiuojame sudegusio etano kiekį.

$$n(C_2H_6) = \frac{V(C_2H_6)}{V_M}; \qquad n(C_2H_6) = \frac{13{,}44 \text{ l}}{22{,}4 \text{ l}} = 0{,}6 \text{ mol}$$

3) Vykstant reakcijai, susidaro 2 · 0,6 mol = 1,2 mol CO_2.
4) Apskaičiuojame susidariusio CO_2 tūrį.

$$V(CO_2) = V_m \cdot n(CO_2); \qquad V(O_2) = 1{,}2 \text{ mol} \cdot 22{,}4 \text{ l/mol} = 26{,}88 \text{ l}$$

Atsakymas. Susidarys 26,88 l anglies(IV) oksido.

Antrasis būdas

1) Koeficientai prieš dujinių medžiagų formules rodo tų medžiagų tūrių santykį.

$$\underset{2\ \text{tūriai}}{2C_2H_6} + 7O_2 \rightarrow \underset{4\ \text{tūriai}}{4CO_2} + 6H_2O$$

2) Iš vieno tūrio etano gaunamas dvigubai didesnis tūris anglies(IV) oksido, vadinasi, po reakcijos anglies(IV) oksido tūris yra

$$V(CO_2) = 2V(C_2H_6); \qquad V(CO_2) = 2 \cdot 13{,}44\ l = 26{,}88\ l.$$

Atsakymas. Susidarys 26,88 l CO_2.

2 uždavinys. Kokio tūrio (n. s.) oro, kuriame deguonies yra 21 % tūrio, reikės 5 m³ (n. s.) metano sudeginti?

Sprendimas

1) Parašome reakcijos lygtį.

$$\underset{1\ \text{tūris}}{CH_4} + \underset{2\ \text{tūriai}}{2O_2} \rightarrow CO_2 + 2H_2O$$

Matyti, kad vienam tūriui metano sudeginti reikės 2 tūrių deguonies.

2) Reikalingo reakcijai deguonies tūris yra

$$V(O_2) = 2V(CH_4); \qquad V(O_2) = 2 \cdot 5\ m^3 = 10\ m^3.$$

3) Kadangi deguonis sudaro tik 21 % oro, pastarojo tūrį apskaičiuojame taip:

$$V(\text{oro}) = \frac{V(O_2)}{\omega(\text{oro})} \cdot 100\ \%; \qquad V(\text{oro}) = \frac{10\ m^3}{21\ \%} \cdot 100\ \% = 47{,}6\ m^3.$$

Atsakymas. Reikės 47,6 m³ (n. s.) oro.

3 uždavinys. Kokiu tūrių santykiu reikia sumaišyti orą su vandenilio sulfidu, kad pastarasis visiškai sudegtų? Ore deguonies yra 21 % tūrio.

Sprendimas

1) Reakcijos lygtis

$$H_2S\ (d.) + 3O_2\ (d.) \rightarrow 2H_2O + 2SO_2\ (d.).$$

Iš jos matyti, kad vandenilio sulfido ir deguonies tūrių santykis gali būti 2 : 3 arba 1 : 1,5 ir t. t.

2) Tarkime, kad, vykstant reakcijai, sudegė 2 tūriai vandenilio sulfido. Tam prireikė 3 tūrių deguonies. Oro tūrį, kuriame yra 3 tūrio vienetai deguonies, pažymėkime x.

$$\frac{x}{3} = \frac{100\ \%}{21\ \%}, \qquad x = 14{,}3$$

Atsakymas. Kad visiškai sudegtų vandenilio sulfidas, jį reikia sumaišyti su oru tūrių santykiu 2 : 14,3.

4 uždavinys. Uždarame inde susprogdintas 0,5 l propano ir 16 l oro (n. s.) mišinys. Kaip pasikeis slėgis inde, kondensavusis vandens garams, jei pradinis slėgis lygus 10^5 Pa? Vandens tūrio nepaisykite. Ore yra 21 % deguonies.

Sprendimas

1) Parašome reakcijos lygtį.

$$\underset{1\ \text{tūris}}{C_3H_8\ (\text{d.})} + \underset{5\ \text{tūriai}}{5O_2\ (\text{d.})} \rightarrow \underset{3\ \text{tūriai}}{3CO_2(\text{d.})} + 4H_2O(\text{s.}).$$

Matyti, kad degant 1 tūriui propano, sunaudojami 5 tūriai deguonies ir gaunami 3 tūriai anglies dioksido. Vadinasi, propanas visiškai sudegtų, jeigu jo ir deguonies tūrių santykis būtų 0,5 : 2,5.

2) Apskaičiuojame deguonies tūrį ore, žinodami jo tūrio dalį.

$$V(O_2) = V(\text{oro}) \cdot \frac{21\ \%}{100\ \%}; \qquad V(O_2) = 16 \cdot \frac{21\ \%}{100\ \%} = 3{,}36\ \text{l}$$

Tai daugiau, negu nurodyta pagal reakcijos lygtį. Vadinasi, sureagavo visas propanas, taigi ir 2,5 l deguonies. Susidarė 1,5 l anglies dioksido.

3) Dujų tūris po reakcijos yra

$$V(\text{po reakc.}) = V(\text{prieš reakc.}) + V(CO_2) - V(C_3H_8) - V(O_2);$$

$$V(\text{po reakc.}) = 16{,}5\ \text{l} + 1{,}5\ \text{l} - 2{,}5\ \text{l} - 0{,}5\ \text{l} = 15\ \text{l}.$$

4) Iš fizikos kurso jau žinome, kad uždarosios sistemos dujų slėgio ir tūrio sandauga yra pastovusis dydis, todėl, pasikeitus dujų tūriui, pakinta ir jų slėgis. Taigi

$$\frac{V(\text{po reakc.})}{V(\text{prieš reakc.})} = \frac{p(\text{po reakc.})}{p(\text{prieš reakc.})}.$$

Pažymėję p(po reakc.) raide x ir įrašę skaitines reikšmes, gauname:

$$\frac{15\ \text{l}}{16{,}5\ \text{l}} = \frac{x\ Pa}{10^5\ \text{Pa}}; \qquad \text{iš čia}\ \ x = 0{,}9 \cdot 10^5\ \text{Pa}.$$

Atsakymas. Slėgis sumažės iki $0{,}9 \cdot 10^5$ Pa.

Pastaba. Šiuos uždavinius galima spręsti ir kitais būdais, pavyzdžiui, kaip 1-ojo uždavinio pirmąjį būdą. Skaičiuodami atminkite, kad 1 m^3 lygus 1000 l.

1 uždavinys. Dujų tankis azoto atžvilgiu lygus 1,07. Jame yra 80 % anglies ir 20 % vandenilio. Parašykite šių dujų molekulinę ir struktūrinę formules.

Sprendimas

1) Dujų formulės indeksus pažymėkite *x* ir *y*. Tada empirinė formulė bus C_xH_y. Norėdami nustatyti tikslią empirinę formulę, turime rasti junginio elementų molių santykį:

$$n(\mathrm{C}) = n(\mathrm{H}) = x : y;$$

$$\text{bet} \quad n(\mathrm{C}) = \frac{m(\mathrm{C})}{M(\mathrm{C})} \quad \text{ir} \quad n(\mathrm{H}) = \frac{m(\mathrm{H})}{M(\mathrm{H})}.$$

Laikykime, kad turime 100 dalių junginio. Tada $m(\mathrm{C}) = \omega(\mathrm{C})$ ir $m(\mathrm{H}) = \omega(\mathrm{H})$. Vadinasi,

$$n(\mathrm{C}) = \frac{\omega(\mathrm{C})}{M(\mathrm{C})} \quad \text{ir} \quad n(\mathrm{H}) = \frac{\omega(\mathrm{H})}{M(\mathrm{H})}.$$

Junginio elementų molių santykis:

$$x : y = \frac{\omega(\mathrm{C})}{M(\mathrm{C})} : \frac{\omega(\mathrm{H})}{M(\mathrm{H})}; \qquad x : y = \frac{80}{12} : \frac{20}{1} = 6,67 : 20 = 1 : 3$$

Taigi junginio empirinė formulė yra CH_3.

2) Molinė dujų masė lygi M(dujų) = D(dujų) · $M(N_2)$, arba M(dujų) = = 1,07 · 28 g/mol = 30 g/mol.

3) Išveskime molekulinę formulę $(CH_3)_n$, apskaičiuodami kartotinį *n*:

$$n = \frac{M}{M(\text{empirinėms})}; \qquad n = \frac{30 \text{ g/mol}}{15 \text{ g/mol}} = 2.$$

Atsakymas. Junginio molekulinė formulė yra C_2H_6. Jo struktūrinė formulė $CH_3—CH_3$. Tai etanas.

2 uždavinys. Stikle yra 75,31 % silicio(IV) oksido, 11,72 % kalcio oksido ir 12,97 % natrio oksido. Išveskite stiklo formulę, išreikšdami ją oksidų moliniu santykiu.

Sprendimas

1) Apskaičiuodami stiklą sudarančių oksidų molių santykį, samprotaujame, kaip spręsdami 1-ąjį uždavinį. Tada stiklo formulę galime užrašyti taip:

$$x\mathrm{Na_2O} : y\mathrm{CaO} : z\mathrm{SiO_2}.$$

2) Ieškome koeficientų santykio, kuris lygus oksidų molių santykiui.

$$x : y : z = n(Na_2O) : n(CaO) : n(SiO_2)$$

3) Vadinasi, kaip ir 1-ajame uždavinyje, medžiagų kiekius galime apskaičiuoti, atitinkamai padaliję jų masės dalis iš molinės masės.

$$x : y : z = \frac{\omega(Na_2O)}{M(Na_2O)} : \frac{\omega(CaO)}{M(CaO)} : \frac{\omega(SiO_2)}{M(SiO_2)}$$

$$x : y : z = \frac{12,97}{62} : \frac{11,72}{56} : \frac{75,31}{60} = 0,209 : 0,209 : 1,255 = 1 : 1 : 6$$

Atsakymas. Stiklo formulė yra $Na_2O \cdot CaO \cdot 6SiO_2$.

3 uždavinys. Sudeginus 2,24 l (n. s.) angliavandenilio, susidarė toks pat tūris anglies(IV) oksido ir kondensavosi 3,6 g vandens garų. Nustatykite angliavandenilio sudėtį.

Sprendimas

1) Parašome reakcijos lygtį, anglies indeksą pažymėję raide *x*, o vandenilio — raide *y*.

$$\underset{1\ \text{mol}}{C_xH_y} + \left(x + \frac{y}{4}\right)O_2 \rightarrow \underset{x\ \text{mol}}{xCO_2} + \underset{y/2\ \text{mol}}{\left(\frac{y}{2}\right)H_2O}$$

2) Apskaičiavę sudegusios medžiagos kiekį ir palyginę jį su gautu vandens ir anglies(IV) oksido kiekiu, išvesime tos medžiagos formulę.

Sudegusių dujų kiekis

$$n(C_xH_y) = \frac{V(C_xH_y)}{V_M}; \quad n(C_xH_y) = \frac{2,24\ \text{l}}{22,4\ \text{l/mol}} = 0,1\ \text{mol}.$$

3) Anglies(IV) oksido taip pat susidarė 0,1 mol. Vandens gauta

$$n(H_2O) = \frac{m(H_2O)}{M(H_2O)}, \text{ arba } \frac{3,6\ g}{18\ \text{g/mol}} = 0,2\ \text{mol}.$$

4) Sudeginus 0,1 mol angliavandenilio, susidarė taip pat 0,1 mol anglies(IV) oksido. Vadinasi, $x = 1$, nes iš 1 mol angliavandenilio gaunamas 1 mol CO_2. Antra vertus, iš 1 mol angliavandenilio gaunami 2 mol vandens, nes iš 0,1 mol angliavandenilio susidarė 0,2 mol vandens. Taigi $y = 2 \cdot 2 = 4$.

Atsakymas. Angliavandenilio formulė yra CH_4. Tai metanas.

KAI KURIE MAISTO PRIEDAI IR JŲ PASKIRTIS
(Lietuvos higienos normos)

Tarptautinis numeris	Paskirtis	Pavadinimas	Kilmė
E 104	Dažiklis	Chinolino geltonasis	Sintetinis
E 110	Dažiklis	Apelsino geltonasis S	Iš apelsinų
E 133	Dažiklis	Briliantinis mėlynasis FCF	Sintetinis
E 162	Dažiklis	Betaninas	Iš burokėlių
E 420	Saldiklis	Gliucitolis (sorbitolis)	Gliukozės hidrinimo produktas
E 951	Saldiklis	Aspartamas	Dipeptidas
E 954	Saldiklis	Sacharinas	Sintetinis
E 210	Konservantas	Benzenkarboksirūgštis	Sintetinis
E 211	Konservantas	Natrio benzoatas	Sintetinis
E 221	Konservantas	Natrio sulfitas	Sintetinis
E 290	Konservantas	Anglies dioksidas	Dirbtinis
E 300	Antioksidantas	Askorbo rūgštis (vit. C)	Mikrobiologinis
E 322	Emulsiklis	Lecitinas	Iš kiaušinių trynių
E 330	Antioksidantas	Citrinų rūgštis	Mikrobiologinė
E 414	Tirštiklis	Gumiarabikas	Iš atogrąžų akacijų sakų
E 422	Tirštiklis	Glicerolis	Sintetinis arba iš riebalų

MINERALAI IR JŲ SUDĖTIS

Pavadinimas		Sudėtis
Fluoridai:	fluoritas	CaF_2
	fluorapatitas	$3Ca_3(PO_4)_2CaF_2$, arba $Ca_5(PO_4)_3F$
	kriolitas	$3NaF \cdot AlF_3$, arba Na_3AlF_6
Chloridai:	akmens druska (halitas)	$NaCl$
	silvinas	KCl
	silvinitas	$NaCl \cdot KCl$
	karnalitas	$KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$
	bišofitas	$MgCl_2 \cdot 6H_2O$
Bromidai:	bromargiritas	$AgBr$
	embolitas	$AgBr \cdot AgI$
Jodatai, jodidai:	lautaritas	$Ca(IO_3)_2$
	jodargiritas	AgI
Sulfidai:	piritas	FeS_2
	halenitas	PbS
	chalkopiritas	$CuFeS_2$
	sfaleritas (cinko blizgis)	ZnS
	antimonitas	Sb_2S_3
Sulfatai:	gipsas	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$
Fosfatai:	apatitas	$Ca_3(PO_4)_2$
	fluorapatitas	$3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaF_2$, arba $Ca_5(PO_4)_3F$
	fosforitas	$Ca_5(PO_4)_3(CO_3)$, arba $2Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaCO_3$

UŽDAVINIŲ ATSAKYMAI

2.3 (6). 433 g.
2.3 (7). 2,12 g.
2.3 (8). 1330,5 g.
3 (6). 0,3 g.
3 (7). 0,233 g.
3 (8). 0,2 g.
4.1 (4d). 7,77 kg.
4.2 (6c). 0,6 g.
4.2 (9). 3,36 l.
4.2 (11). 2,8 l.
5.1 (8). 22 m^3.
5.2 (3). 8,6 g.
5.2 (4). (a).
5.2 (5). 0,7175 g.
5.3 (4). 125 ml.
5.3 (5). 2,24 l.
6.2 (2). 61,3 g.
6.2 (3). (a).
6.2 (5). 2 l.
6.3 (4). 45,6 %.
6.3 (8). Magnis.
6.3 (9). 85 %.
6.3 (10). 160 t.
6.4 (7). 177 g.
7.2 (5). 131,5 l.
7.2 (7). 0,0223 mol/l.
7.3 (7). 4,48 l.
7.3 (8). 2,24 l.
7.3 (9). 42,6 g.
7.3 (10). $9{,}22 \cdot 10^6$ m^3 debesies tūris, $1{,}4 \cdot 10^{13}$ m^3 užteršto oro.
7.3 (11). 0,2 mol/l.
7.3 (12). 25 %.
7.3 (13). 200 g.
7.3 (14). 3,36 l.
7.4 (9). (b).
7.4 (10). 188,6 kg amonio salietros, 78,4 kg superfosfato, 104,6 kg kalio druskos.
10.3 (9). 16,9 % K_2O; 18,35 % Al_2O_3; 64,75 % SiO_2.
10.3 (10). 21,7 %.
10.3 (11). 20,35 % Al; 21,1 % Si; 48,24 % O.
10.3 (12). $3BeO \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$.
10.3 (14). $3MgO \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$.
10.3 (15). $15SiO_2 \cdot 2CaO \cdot Na_2O \cdot 5PbO \cdot K_2O$.
11.2 (7). Kalio hidrokarbonatas.
11.2 (8). 2,24 l.
13 (6). 81,8 % C propane ir 84,5 % C dekane.
14 (6). Butanas, 2 izomerai.
14 (7). Etenas (etilenas).
14 (8). Propanas.
14 (9). 83,33 % C.
15.3 (4). 17,92 l.
15.3 (5). 18,9 l.
15.3 (6). 65,5 m^3.
15.3 (9). 8,96 l.
15.3 (10). $4{,}45 \cdot 10^4$ kJ.
15.4 (5). CHI_3.
15.4 (6). 4,48 m^3 ir 1976 m^3.
15.4 (7). Pakiltų 0,0019 °C.
15.4 (8). 240 kg ir 672 m^3.
16 (7). 2,5 m^3.
17 (4). 90.
17 (5). $5{,}7 \cdot 10^9$ m^3.
17 (6). 11 tūkst. t kasdien; 0,13 %.
17 (7). Krekingo būdu gautame benzine yra nesočiųjų angliavandenilių. Taikomos jų atpažinimo reakcijos.
19.1 (7). Metanolis.
19.2 (3). 149,3 l.
19.3 (3). Netirpūs neorganiniai junginiai yra sudaryti iš jonų, junginiai yra hidrofiliški.
19.4 (2). 96,9 g.
19.4 (6). a) 4,48 l; b) 13,44 l.
19.4 (7). 320 l.
21 (4). 111,1 g gliukozės.
22 (6). 8,2 g.
23.2 (4). $1{,}43 \cdot 10^8$ t amonio nitrato, sunaudojama $4 \cdot 10^{10}$ m^3 azoto.
23.2 (5). 153 tūkst. t.
23.2 (7). 44,8 m^3.
23.2 (9). 12,5 mln. t.
23.2 (10). 407 m^3.
23.3 (5). 0,59.

DALYKINĖ RODYKLĖ

ILIUSTRACIJŲ ŠALTINIAI

P. 8, 14, 15, *3.1*, p. 19, 5.2 lent. (bromas), *5.1.1 (c)*, *5.13*, p. 58 (virš.), *7.3.2, 7.4.5, 7.4.7, 10.1.1, 10.3.2 19.2.10, 23.4.2* — „Šviesos" leidyklos archyvas;

2.2.1 — http://snow.prohosting.com/buzzybee/content/likedeadfich.jpg;

2.3.4 — www.eastcotehockeyclub.com/images/prague_may_02/70.jpg;

3.2 — www.armyradio.com/images/hindenberg_fire.jpg;

3.4 — www.azsolarcenter.com/technology/hotwater/images/wind.jpg;

4.2.2 — Corel photo disc/balloning/528095.jpg;

4.2.3 — Corel photo disc/drinks/527048.jpg;

5.2 lent. — www.theodoregray.com/periodictable/samples/035.5/index.s15.html;

www.theodoregray.com/periodictable/samples/009.5/index.s15.html;

www.theodoregray.com/periodictable/samples/053.3/index.s.15.html;

5.1.1 — www.asahi-net.or.jp/~ug7s-ktu/e_fluita.htm;

www.gc.maricopa.edu/earthsci/imagearchive/halite.jpg;

P. 42 — www.kastruli.ru/tefal5.jpg;

www.churchpages.org/korner/images/refrigerator.jpg;

www.bigfoto.com/sites/galery/people/mouth.jpg;

www.twincitybottle.com/plastic%20bottles.jpg;

www.biconet.com/lawn/gifs/matran2.jpg;

www.fuzzypixels.com/images/pesticide.jpg;

www.bigfoto.com/sites/galery/closeup1/kodak-film.jpg;

www.bigfoto.com/sites/galery/closeup1/closeup011.jpg;

www.photo.net/photo/show/kina2002/kodak-pr014n.jpg;

www.reliancecolor.com/images/lg_film_kodak.gif;

www.ahava.co.uk/images/products/spaathome/salt.jpg;

www.tricolour.com/kitchen.jpg;

www.cusakfeed.com/images/iodine.jpg;

www.vectortrust.com/articles/imagefile1.jpg;

http://pet.radiology/uiowa.edu/webpage/facilites/rooms/wc/bathroom-sm.jpg;

6.2 lent. — www.theodoregray.com/periodictable/samples/008.2/index.s15.html;

www.museum.kyushu-u./ac.jp/specimen/kouhyouhon/01/002-sulphur-i.jpg;

www.theodoregray.com/periodictable/elements/034/index.s12.html;

www.theodoregray.com/periodictable/elements/052/index.s12.html;

6.2.1 — prof. Dienio A. nuotr.;

6.2.2 (b) (p. 2), *6.2.3 (c)* (p. 47), *10.1.2 (a)* (p. 53), *10.1.2 (c)* (p. 51), *6.2.2 (a)* — Symes R. F ir kt. Uolienos ir mineralai. V., 1966;

6.22 (c, d, e) — www.crystal-mine.com/images/may02/jc1293galenachalcopyritenaicachihuahua.jpg;

www.crystal-mine.com/images/march03/jc2615stybinitechina.jpg;

www.crystal-mine.com/images/march01/jc133sphalerite-gordonsville.jpg;

6.2.3 (a, d) — www.naturaluniquities.com/elm112-2806.jpg;

www.protonminerals.com/wwpics/sulphur01.jpg;

6.2.4 — Imbrasaitė S. Meno istorija. Vadovėlis VII—VIII klasei. K., 2001. P. 43;

6.2.5 — http://www1.omnitel.net/margiris/apie/remejai.htm;

6.3.1 — www.delawarequarries.com/cleaner.html;

http://beamsdoorway.bizland.com/spacefilter/space/acid.jpg;

www.projectcompost.ucdavis.edu/images/dried%20manure.jpg;

www.blairlandscape.com/manure.jpg;

www.worloprints.com/images/refinery5.jpg;
www.artlevin.com/images/paint-big.jpg;
www.rcdesign.ru/rus/articles/avia/planes_intro/battery.jpg;
http://img2.dpreview.com/gallery/canong5_samples/originals/030322-1556-12.jpg;
www.jojoxserie.net/pics/201201/bullet%20mista.jpg;
http://energycommerce.house.gov/108/hearings/05072003hearing917/med.ht4.jpg;
7.2 lent. — www.theodoregray.com/periodictable/samples/007.2/index.s15.html;
www.theodoregray.com/periodictable/samples/015.2/index.s15.html;
www.theodoregray.com/periodictable/samples/033.2/index.s15.html;
7.2.2 — http://homepage.ruhr-uni-bochum.de/christian.book/photogallery/thunderstorm.jpg;
7.2.3 (a, b) — Corel professional photos/food/587007.jpg;
Corel professional photos/food.587045.jpg;
7.2.3 (c) — Minima Media Maxima. 2003. Nr. 8. P. 4;
7.4.6 — Corel professional photos/vegetables/169050.jpg;
Corel professional photos/vegetables/169005.jpg;
Corel professional photos/vegetables/169090.jpg;
10.1.2 — www.crystal-mine.com/images/april02/jc1657amethystvetahacklay.jpg;
www2.vscc.cc.tn.us/svinson/geo100/library/sedimentary/large/flint.jpg;
10.1 lent. — www.geosurv.gov.nf.ca/images/minjpg/asbestos.jpg;
www.soes.soton.ac.uk/resources/collection/minerals/images/m31-m-mica.jpg;
http://volcano.und.nodak.edu/vwdocs/vwlessons/rock_pics/k-spar.jpg;
www.clospepe.com/elderclose.jpg;
10.2.2 — www.izora.lt/image/praktik.jpg;
10.2.3 — www.ntnu.no/info/pressesenter/bildebase/forskning/el_overslag_isolator_12.jpg;
10.2.4 — www.amcaro.com/blownglass/flora/fl-flgen.jpg;
10.2.5 — www.hitchi-cable.co.jp/ewc/images/08b.jpg;
www.cometel.ch/comm.htm;
http://netlab1.bu.edu/~staro/546projects/switchedethernet/proj/images/fiber_optics_chips.jpg;
www.fiberplanners.com/fiber_maroon.jpg;
10.3.1 — Corel professional photos/technol/682007.jp2;
11.1 lent. — www.johnbetts-fineminerals.com/jhbnyc/collecting/723.jpg;
www.museum.kyushu-u.ac.jp/specimen/kouhyouhon/01/001-graphite-l.jpg;
www.chemieunterricht.de/pc2/kristalle/images/fulleren.jpg;
11.1.3 — www.motivegear.com/bearing/bearing.jpg;
http://mccullochs.on.ca/acatalog/pencil.jpg;
www.amgmedia.com/freephotos/batteries.jpg;
www.statoil.com/statoilcom/svg00990.nsf/attachments/hav.ipg/sfile/motoroil.jpg;
11.7 — www.fun-lin.com/tp.cp5-1.jpg;
www.sandia.gov/eesector/fe/gallery/images/a2-008-0.jpg;
www.fun-lin.com/tp/cp13-6.jpg;
www.fun-lin.com/tp/cp12-2.jpg;
www.fun-lin.com/tp.cp9-7.jpg;
www.redtigerdiamondtools.com/tools/core3x.jpg;
www.wanlongstone.com/images/product/01_002e.jpg;
www.wanlongstone.com/images/product/03_022.jpg;
11.8 — www.preshsgems.com/images/braceletbanglemulti5.jpg;
11.9 — www.provant.be/diamant/images/koh_i_noor.jpg;

11.10 — http://academic.brooklyn.cuny.edu/history/dfg/core/catcrown.jpg;
11.11 — http://wholesale-diamonds.5u.com/wholesale-diamonds.jpg;
11.3 lent. — http://www2.vscc.tn.us/svinson/geo100/library/sedimentary/large/limestonepossiliferous.jpg;
www.arcat.it/minerali/minerali/big/dolomite.jpg;
www.agrium.com/images/suphate_b.jpg;
www.gettankedaquariums.com/saltwater%20colar%20reef%20aquarium_additives_supplments.jpg;
www.orbitals.com/self/leaven/big/fig03b.jpg;
11.2.1 (a, c, d) — www.gentei.org/~arimoto/ct/poponchi/imgs/dishwasher.jpg;
www.worldprints.com/images/breado.jpg;
http://highres.maxwell.com.au/images/nikon/slrs_film/f65_black.jpg;
www.imperialrestoration.com/images/marine_clean_por_15.jpg;
17.5 — www.internationalspecialreports.com/europe/01/lithuania.jpg;
17.7 — www.worldprints.com/images/coveredhopper.jpg;
www.worldprints.com/images.meltingpot.jpg;
www.worldprints.com/images/plant3.jpg;
19.2.6 — www.hycassia.com/products/4_cinnamon%broken/2.jpg;
www.gaipm.org/id/assets/8-2.jpg;
www.we-make-soap.com/sheabutter.jpg;
http://isaac.wedin.org/images/hiking/large/huckleberry.jpg;
www.hort.purdue.edu/ext/senior/fruits/images/large/almond.jpg;
www.tropicaflore.com/images%20diverses/vanilla%20planifolia%20160102.jpg;
19.2.8 — http://housingfinder.com/p52369%20eat%20in%20kitchen%20and%furniture.jpg;
www.jonathanlouis.net/furniture/048-099/images/054-coalesce-group-800.jpg;
www.nipc.net/spez2/images/khark.jpg;
www.statlab.com/images/catalog/nb0507b.jpg;
www.pondbiz.com/shop/images/tet16366.jpg;
19.2.10 — www.earthjustice.org/news/pics/klamath/DeadFish2.jpg;
20.1 — www.personal.uni-jena.de/~pgsepa/zips/amber.jpg;
20.2 — www.alanbauer.com/images/patterns%20in%20nature/spider%20web%20with%20den.jpg;
20.2 lent. — http://primates.ximian.com/~frederico/news-photos/20020624-5864-pipes.jpg;
www.economypaper.com/images/wrap.ipg;
www.cec-waterjet.com/resilent/vct/images/border1.jpg;
www.cec-waterjet.com/resilent/sports-rubber/images/nike3.jpg;
www.carolynsgiftcreations.com/childgifts/littletyke.jpg;
www.flexibe-packaging-plastic-bags.com/photos/product-collage1.jpg;
www.kent.com.tr/asp/files/engproducts/59/relax_new_2.jpg;
www.linproe.com/tw/discussion/products/tire.jpg;
www.baramki.com/ex.jpg;
http://board-r.worth.co.ip/s_image/0002469001.jpg;
www.san-ai-corp.com/images/resin.jpg;
20.4 — Morkeliūno A. pieš.;
21.2 — www.cnb.uam.es/~sanchez/profilina/modelo.gif;
22.1 — http://www.alchcmywcbsite.com/islam23.html;
22.4 — Avon. 2003. P. 29;
23.1.1 — http://desktop.spbland.ru:bobo/foto/1024-734.jpg;
23.1.2, 23.1.3 — www.legionellaonline.it/legionella%20bacterium.jpg;
23.5.2 — http://rts.squat.net/interact/dry/illustration/recycle.jpg;
http://art.bgsu.edu/~childers/recycle.jpg.

METALŲ ĮTAMPŲ EILĖ

Li	Cs	Rb	K	Ba	Sr	Ca	Na	La	Mg	Sc	Be	U	Al	Ti	V	Te	Nb	Mn	Zn
−3,045	−3,020	−2,925	−2,924	−2,905	−2,888	−2,866	−2,714	−2,522	−2,363	−2,077	−1,847	−1,798	−1,663	−1,630	−1,175	−1,140	−1,100	−1,100	−0,763

Cr	Fe	Cd	Co	Ni	Mo	Sn	Pb	H_2	Bi	Re	Cu	Ru	Ag	Hg	Os	Pd	Ir	Pt	Au
−0,744	−0,440	−0,403	−0,277	−0,250	−0,200	−0,136	−0,126	−0,000	+0,215	+0,300	+0,345	+0,450	+0,799	+0,850	+0,850	+0,987	+1,150	+1,188	+1,692

RŪGŠČIŲ, BAZIŲ IR DRUSKŲ TIRPUMAS VANDENYJE

(kambario temperatūra)

JONAI	H^+	NH_4^+	K^+	Na^+	Ag^+	Ca^{2+}	Ba^{2+}	Mg^{2+}	Zn^{2+}	Cu^{2+}	Hg^{2+}	Fe^{2+}	Ni^{2+}	Pb^{2+}	Al^{3+}	Fe^{3+}	Cr^{3+}
OH^-	t	t	t	t	n→	m	t	n	n	n	n→	n	n	n	n	n	m
NO_3^-	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t
F^-	t	t	t	t	t	n	m	n	n	n	t	t	t	n	m	n	m
Cl^-	t	t	t	t	n	t	t	t	t	t	t	t	t	m	t	t	t
Br^-	t	t	t	t	n	t	t	t	t	t	m	t	t	m	t	t	t
I^-	t	t	t	t	n	t	t	t	t	CuI↓	n	t	t	n	t	—	t
S^{2-}	t↑	t	t	t	n	r	t	r	n	n	n	n	n	n	r	r	r
CO_3^{2-}	t↑	t	t	t	m	n	n	m	n	n	n	n	n	n	r	r	n
SO_4^{2-}	t	t	t	t	m	m	n	t	t	t	r	t	t	m	t	t	t
SO_3^{2-}	t↑	t	t	t	n	n	n	m	n	n	n	n	n	n	r	r	r
SiO_3^{2-}	n	r	t	t	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
PO_4^{3-}	t	t	t	t	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
CH_3COO^-	t	t	t	t	m	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	n	t

t – tirpus

m – mažai tirpus

n – netirpus

r – gaunant iš vandeninių tirpalų, hidrolizuojasi

— – tokio junginio nėra

→ – bazė skyla kambario temperatūroje

↑ – skiriasi dujinė rūgštis ar dujinis jos skilimo produktas

– hidratuoto jono ar nuosėdų spalva

□ – kokybinė jono reakcija

PERIODINĖ ELEMENTŲ LENTELĖ

ATOMINĖ MASĖ – 35,453
OKSIDACIJOS LAIPSNIS – −1 +1 +3 +5 +7
SIMBOLIS – Cl
PAVADINIMAS – CHLORAS
ATOMINIS SKAIČIUS – 17

BŪSENA:

- C – KIETOJI
- Br – SKYSTOJI
- O – DUJINĖ

- ŠARMINIAI METALAI
- ŠARMINIŲ ŽEMIŲ METALAI
- PEREINAMIEJI ELEMENTAI
- KITI METALAI
- NEMETALAI
- INERTINĖS DUJOS
- PUSMETALIAI

PEREINAMIEJI ELEMENTAI

PERIODAI	GRUPĖS IA 1	IIA 2	IIIB 3	IVB 4	VB 5	VIB 6	VIIB 7	VIIIB 8	VIIIB 9	VIIIB 10	IB 11	IIB 12	IIIA 13	IVA 14	VA 15	VIA 16	VIIA 17	GRUPĖS VIIIA 18
1	1,00794 H +1 −1 VANDENILIS 1																	4,00260 He 0 HELIS 2
2	6,941 Li +1 MANGANAS 3	9,01218 Be +2 BERILIS 4											10,81 B +3 BORAS 5	12,0111 C −4 +2 +4 ANGLIS 6	14,0067 N −3 −2 −1 +1 +2 +3 +4 +5 AZOTAS 7	15,9994 O −2 DEGUONIS 8	18,998403 F −1 FLUORAS 9	20,179 Ne 0 NEONAS 10
3	22,98977 Na +1 NATRIS 11	24,305 Mg +2 MAGNIS 12											26,98154 Al +3 ALIUMINIS 13	28,0855 Si −4 +2 +4 SILICIS 14	30,97376 P −3 +3 +5 FOSFORAS 15	32,06 S −2 +4 +6 SIERA 16	35,453 Cl −1 +1 +3 +5 +7 CHLORAS 17	39,948 Ar 0 ARGONAS 18
4	39,0983 K +1 KALIS 19	40,08 Ca +2 KALCIS 20	44,9559 Sc +3 SKANDIS 21	47,88 Ti +2 +3 +4 TITANAS 22	50,9415 V +2 +3 +4 +5 VANADIS 23	51,996 Cr +2 +3 +6 CHROMAS 24	54,9380 Mn +2 +3 +4 +6 +7 MANGANAS 25	55,847 Fe +2 +3 GELEŽIS 26	58,9332 Co +2 +3 KOBALTAS 27	58,69 Ni +2 +3 NIKELIS 28	63,546 Cu +1 +2 VARIS 29	65,39 Zn +2 CINKAS 30	69,72 Ga +3 GALIS 31	72,59 Ge +2 +4 GERMANIS 32	74,9216 As −3 +3 +5 ARSENAS 33	78,96 Se +4 +6 SELENAS 34	79,904 Br −1 +1 +5 BROMAS 35	83,80 Kr 0 +2 KRIPTONAS 36
5	85,4678 Rb +1 RUBIDIS 37	87,62 Sr +2 STRONCIS 38	88,9059 Y +3 ITRIS 39	91,224 Zr +4 CIRKONIS 40	92,9064 Nb +3 +5 NIOBIS 41	95,94 Mo +3 +6 MOLIBDENAS 42	98 Tc +4 +6 +7 TECHNECIS 43	101,07 Ru +3 RUTENIS 44	102,906 Rh +3 RODIS 45	106,42 Pd +2 +4 PALADIS 46	107,868 Ag +1 SIDABRAS 47	112,41 Cd +2 KADMIS 47	114,82 In +3 INDIS 49	118,71 Sn +2 +4 ALAVAS 50	121,75 Sb −3 +3 +5 STIBIS 51	127,60 Te −2 +4 +6 TELŪRAS 52	126,905 I −1 +1 +5 +7 JODAS 53	131,29 Xe 0 +2 +4 +6 KSENONAS 54
6	132,905 Cs +1 CEZIS 55	137,33 Ba +2 BARIS 56	La-Lu 57–71	178,49 Hf +4 HAFNIS 72	180,948 Ta +5 TANTALAS 73	183,85 W +6 VOLFRAMAS 74	186,207 Re +4 +6 +7 RENIS 75	190,2 Os +3 +4 OSMIS 76	192,22 Ir +3 +4 IRIDIS 77	195,08 Pt +2 +4 PLATINA 78	196,967 Au +1 +3 AUKSAS 79	200,59 Hg +1 +2 GYVSIDABRIS 80	204,383 Tl +1 +3 TALIS 81	207,2 Pb +2 +4 ŠVINAS 82	208,980 Bi +3 +5 BISMUTAS 83	(209) Po +2 +4 POLONIS 84	(210) At ASTATAS 85	(222) Rn 0 RADONAS 86
7	(223) Fr +1 FRANCIS 87	226,025 Ra +2 RADIS 88	Ac-Lr 89–103	(261) Rf REZERFORDIS 104	(262) Db DUBNIS 101	(266) Sg SIBORGIS 106	(264) Bh BORIS 107	(277) Hs HASIS 108	(268) Mt MEITNERIS 109	(281) Ds DARMŠTATIS 110	(272) 111	(285) 112		(289) 114		(292) 116		

MASĖS SKLIAUSTELIUOSE – BENDRA PATVARIŲ IZOTOPŲ MASĖ

LANTANOIDAI	138,906 La +3 LANTANAS 57	140,12 Ce +3 +4 CERIS 58	140,908 Pr +3 PRAZEODIMIS 59	144,24 Nd +3 NEODIMIS 60	(145) Pm +3 PROMETIS 61	150,36 Sm +2 +3 SAMARIS 62	151,96 Eu +2 +3 EUROPIS 63	157,25 Gd +3 GADOLINIS 64	158,925 Tb +3 TERBIS 65	162,50 Dy +3 DISPROZIS 66	164,930 Ho +3 HOLMIS 67	167,26 Er +3 ERBIS 68	168,934 Tm +3 TULIS 69	173,04 Yb +2 +3 ITERBIS 70	174,967 Lu +3 LIUTECIS 71
AKTINOIDAI	227,028 Ac +3 AKTINIS 89	232,038 Th +4 TORIS 90	231,036 Pa +4 +5 PROAKTINIS 91	238,029 U +3 +4 +5 +6 URANAS 92	237,048 Np +3 +4 +5 +6 NEPTŪNIS 93	(244) Pu +3 +4 +5 +6 PLUTONIS 94	(243) Am +3 +4 +5 +6 AMERICIS 95	(247) Cm +3 KIURIS 96	(247) Bk +3 +4 BERKLIS 97	(251) Cf +3 KALIFORNIS 98	(252) Es EINŠTEINIS 99	(257) Fm FERMIS 100	(258) Md MENDELEVIS 101	(259) No NOBELIS 102	(262) Lr LORENSIS 103

Rimantas Vaitkus
CHEMIJA
Vadovėlis X klasei

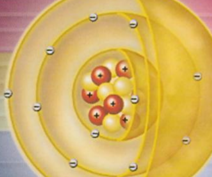
Dailininkas *Elvis Zovė*
Redaktorė *Rima Juozaitienė*
Viršelis *Andriaus Morkeliūno*

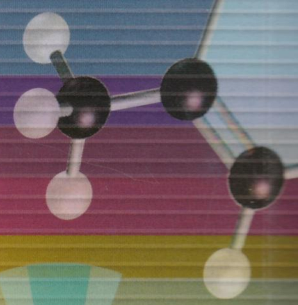
Tir. 13 000 egz. Leid. Nr. 15 539. Užsak. Nr. 4.587.
Uždaroji akcinė bendrovė leidykla „Šviesa“,
Vytauto pr. 25, LT-44352 Kaunas.
El. p. mail@sviesa.lt
Interneto puslapis http://www.sviesa.lt
Spausdino AB spaustuvė „Spindulys“, Gedimino g. 10, LT-44318.
El. p. spaustuve@spindulys.lt
Interneto puslapis http://www.spindulys.lt
Sutartinė kaina

VADOVĖLIO KORTELĖ

Eil. Nr.	Mokinio vardas ir pavardė	Mokslo metai	Vadovėlio išvaizda (labai gera, gera, patenkinama)	
			mokslo metų pradžioje	mokslo metų pabaigoje

BRANGINKITE IR TAUSOKITE VADOVĖLIUS!

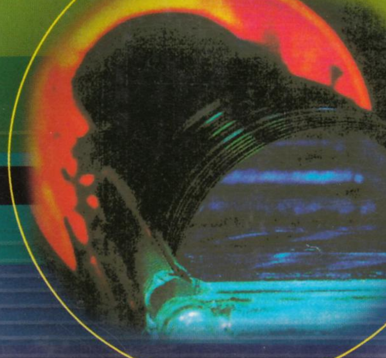


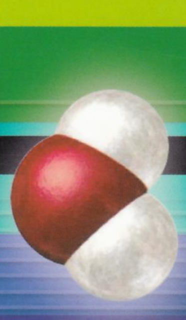


Chemija – vienas iš gamtos mokslų, padedantis gilinantis į fizikos, biologijos ir kitų mokslų paslaptis. Šiame vadovėlyje mokiniai ras daug įdomių, svarbių dalykų, susijusių ne tik su chemija, bet ir su gyvenimu.

Vadovėlio autorius yra apgynęs gamtos mokslų (chemijos) daktaro disertaciją, 1994 m. jam suteiktas docento vardas. Yra stažavęsis Švedijoje, Upsalos universitete, JAV, Kreitono (Creighton) universitete, dėstęs chemiją Upsalos universitete. 1991–2001 m. vadovavo Lietuvos moksleivių komandoms tarptautinėse chemikų olimpiadose. Autorius yra paskelbęs mokslinių straipsnių, skaitęs pranešimų įvairiose konferencijose, parengęs ir išleidęs chemijos vadovėlių, pratybų sąsiuvinių mokykloms. 2001–2004 m. Rimantas Vaitkus – švietimo ir mokslo viceministras.

Šis vadovėlis atitinka naujos chemijos programos reikalavimus. Tai nuosekli ankstesnio chemijos kurso tąsa. Čia aiškinama apie svarbiausius nemetalus, jų junginius, supažindinama su šių junginių savybėmis. Organinės chemijos kursas leis geriau pažinti anglies junginius, kurie lemia gyvojo pasaulio ypatumus ir mūsų kasdieninį gyvenimą. Įgytos chemijos žinios padės mokiniams geriau suprasti gamtos dėsnius, kurių be chemijos mokslo nebūtų galima paaiškinti.







Mūsų adresas:
Kirtimų g. 47, LT-02244 Vilnius
Nemokama telefono linija: 8 800 200 22
Telefonas: 85 264 97 80
Faksas: 85 264 97 90
El. paštas info@knyguklubas.lt
Interneto svetainė www.knyguklubas.lt

ISBN 5-430-03812-1
4771558103395